BIBLIOTECA NAZ.
Vittorio Emanuele III
XXXIV
E
34
NAPOLI

...on due figure in rame. 12 Settemb. 183.
Il Custode Balli

XIV
E
34

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NEWTON
OPTICE.

Digitized by Google

Digitized by Google



Daudet Sculp. Lugd.

ISAACUS NEVVTON

EQUES Anno. Ætat. 84. An. Chr. 1726.

APUD

MARCUM-MICHAELEM BOUSQUET

Et Socios MDCCXL.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

OPTICE:

SIVE DE

REFLEXIONIBUS, REFRACTIONIBUS,
INFLEXIONIBUS ET COLORIBUS

LUCIS,

LIBRI TRES.

AUCTORE

ISAACO NEWTON,

EQUITE AURATO.

Latine reddidit

SAMUEL CLARKE, S. T. P.

EDITIO NOVISSIMA.



LAUSANNÆ & GENEVÆ,
Sumpt. MARCI-MICHAELIS BOUSQUET & Sociorum.

MDCCXL.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III NAPOLI

Digitized by Google

V I R O

LONGE CELEBERRIMO,

JOANNI BERNOULLIO,

MEDICINÆ DOCTORI,

MATHESEOS IN UNIVERSITATE BASILIENSI,

PROFESSORI CLARISSIMO,

SOCIETATUM REGIARUM

† *PARI-*

Digitized by Google

PARISIENSIS, *LONDINENSIS*, *PETROPOLI-TANÆ*, *BEROLINENSIS*, *BONONIENSIS*,

S O C I O,

N U L L I S E C U N D O.

VIR CELEBERRIME,

JAMPRIDEM *circumſpicienti mihi, cui hanc, quam adornavi, novam* Opticæ NEWTONI *Editionem potiſſimum commendarem, ipſe Liber quo me converterem oſtendit; identidem monens, ſi & famæ Authoris, & ſuæ dignitatis rationem habere vellem, unius tantum Viri*

Digitized by Google

Viri patrocinio exornari debere ; neque aliud cum Newtoni *nomine quam* Johannis Bernoullii *nomen conjungi poſſe. His juſtiſſimis rationibus permotus, Tibi,* Celeberrime Vir, *hoc opus inſcribendum putavi, a ſummo, ut noſti, Britannorum Viro profectum, a magnis Viris ſummis encomiis condecoratum, & , quod cumulus laudis videtur, Tibimet ipſi, ut ex Amico comperi, in tot aliis a* Newtono *egregie ſcriptis, inprimis vehementer probatum. Hinc Tuum Nomen merito præfigendum erat. Cum enim & ſcribentis, & probantis cujuſque ſeparatim tanta ſit auctoritas ; quid tanta nomina in eadem pagina conjuncta valebunt ? Neque hic quidquam dico de quo dubitari poſſit, aut quod non æque apud omnes in confeſſo ſit.*

Præclariſſima enim inventa, quibus jam ex quinquaginta fere annis Geometriam in immenſum ampliaſti, jam dudum in eo gradu Te conſtituerunt, ut hodie nemo hoc in genere Tecum ſe comparare auſit. Et Te, quotquot ſunt bene cordati rerum Mathematicarum ju-

ces, omnis fere Geometriæ ſublimioris uno ore patrem prædicant atque inſtauratorem; & quidquid hodie pulchri in Geometria perficitur, Tuis principiis, ceu armis, peragi confitentur. Nam, ut multa alia taceam, ipſum hoc ævo tantopere celebratum Infinitorum calculum, cujus ope tot nova in lucem protrahuntur, Tua præcipue opera ex tenebris erutum, perpolitum, & maximis quæſtionibus applicatum fuiſſe, candide agnoſcunt. Quod profecto ſi non feciſſes, tam acerba contentio de ejus vero inventore haud dubie nunquam audita fuiſſet. Cum itaque Gallia *ſuum* CARTESIUM, Batavia *ſuum* HUGENIUM *commemoret;* Germania *vero de* LEIBNITIO *triumphos agat, &* Britannia *ſuum* NEWTONUM *tanquam Semideum in cœlos efferat; habebitne* Helvetia *de quo glorietur, quæ Virum dedit, qui non ſolum errores vidit & emendavit, ſed, quod mihi multo majus videtur, hos ipſos Viros recte laudare, nempe intelligere & imitari docuit?*

In quibus cum merito Tuæ, Vir Celeberrime,

&

Digitized by Google

& ampliſſimæ Tuæ familiæ laudes celebrentur; tum etiam non parum decoris & ornamenti Patriæ inde acceſſiſſe videtur. Nam cum antea bellicæ quidem laudis Helvetiæ multum eſſet, & non ſatis noti noſtri homines, animo quidem boni, ſed mente tardiores perhiberentur; Tu, quod parvum non eſt, primus oſtendiſſe videris, quid ingenio in abſtruſiſſimis valeant, quamprimum digna ſtatuiſſent in quibus elaborarent: & cum, non multo antehac, in hoc genere omnia exteris concederemus, nunc, tanquam mutata alea, Tua, & Tuorum Opera factum eſt, ut hoc tempore, nullis repugnantibus, facile in Geometria principatum obtineamus.

Tametſi autem Tu, Vir Celeberrime, *Tuique Noſtris, ad hæc ſtudia & excolenda & ſublevanda, ſummo incitamento fueritis, & jam pridem quoque & hoc tempore, multa egregia tam ſacræ quam profanæ antiquitatis monimenta in Publicum prodierint, ut nuſquam fere magis; Neſcio tamen quî fiat, ut in Mathematicis rebus, quæ hodie tantopere excoluntur,*

 tur,

tur, nihil admodum a noſtratium typis præclari ſive ad gloriam, ſive ad diſcentium utilitatem profectum ſit; ſi a Tua Manuaria Nautica, *&* JACOBI *fratris* Conjectandi Arte *diſceſſeris. Cum itaque decreverim Rem Librariam olim apud nos florentem, jam autem pene collapſam, quantum in me eſt, reſtaurare, & aliquid boni in publicos uſus conferre; id mihi agendum potiſſimum cenſui, Mathematicas diſciplinas noſtris typis illuſtrare, quo ſaltem partem eorum, quibus Optimæ Scientiæ continentur, in noſtra penu reperire poſſimus. Hinc &* WOLFII Compendium Elementorum Matheſeos,*&* NEWTONI Tractatum de Coloribus *ſimul excudo, quo & tironibus & exercitatis proſpiceretur, & utriſque eſſet in quo ſe exercerent.*

Concede itaque, ut hic in Britannia natus Liber, tanquam novus hoſpes, his in terris ſub Tuis auſpiciis innoteſcat, familiaritates contrahat, & amicos paret. Non potes non hoc officii genus & ipſis Manibus defuncti NEWTONI *tribuere, qui dum viveret Te maximi fecit; quem amicum habuiſti, & ſæpius maxi-*

Digitized by Google

maximis laudibus condecoraſti. Vale, Vir Excellentiſſime, *& fave his meis conatibus, ac Tua benevolentia proſequere; quo nec horum me pœniteat, & majoribus ſtudia Mathematica juvanda alacrior reddar.*

VIR CELEBERRIME,

Illuſtriſſimi Tui Nominis Cultor, ad quælibet Officia paratus, promptus, obſequentiſſimus,

Marcus-Michael Bousquet.

Dabam
LAUSANNÆ
die 1. Aprilis Anni Æræ Dionys. 1740.

Digitized by Google

PRÆFATIO

INTERPRETIS.

IN rerum naturæ inveſtigatione, non fictis hypotheſibus, non levibus conjecturis, ſed vel calculo Mathematico, vel claris certiſque experimentis, omnino innitendum eſſe ei, qui maximis erroribus implicari & in ſumma rerum naturalium ignoratione verſari nolit; convenit jam fere inter eruditos omnes, peritioreſque Philoſophos.

Atque

Digitized by Google

Atque hac demum naturam ſpeculandi ratione, quam longe, non ultra opinionem modo, ſed ultra hominum etiam doctiſſimorum ſpem, proferri poſſint ſcientiæ fines; edocuit illuſtriſſimus Author noſter, vir & fide & moribus antiquis, & ſumma modeſtia; atque in utroque philoſophandi genere, tum calculis Mathematicis ponendis, tum experimentis capiendis, longe omnium quicunque fuerint & perſpicacitate ingenii & judicii firmitate princeps.

Superioris generis immenſum exemplum eſt liber ille nunquam ſatis laudandus, qui inſcribitur *Philoſophiæ naturalis principia mathematica*. In quo celeberrimus Author, cum ex phænomenis motuum inveſtigaſſet vires naturæ, deinde ex iſtis viribus demonſtravit phænomena reliqua: & cum ex phænomenis cœleſtibus, per propoſitiones mathematice demonſtratas derivaſſet vires gravitatis, quibus corpora ad Solem & planetas ſingulos tendunt; deinde ex iſtis viribus, per propoſitiones itidem mathematicas, deduxit motus planetarum, cometarum, & lu-

næ. Atque ita Aſtronomiam tandem tradidit, non jam amplius in conjecturis nixam, ſed omnibus ſuis numeris perfectam plane & abſolutam ſcientiam.

Poſterioris generis exemplum eſt hic tractatus. In quo nova ac miranda luminis phænomena; refractionum inæquabilitas, radiorum in eandem ſuperficiem iiſdem angulis incidentium alternæ reflexionis ac tranſmiſſus vices, variæ radiorum prope corporum objectorum extrema parvo intervallo tranſeuntium inflexiones, & ſui ſingulorum colores connati & immutabiles; clariſſimis experimentis, ſine ulla omnino hypotheſi, comprobantur ſimul & explicantur luculentiſſime.

Quare nihil hic opus eſt ut lectorem moneam, luminis proprietates, ejuſque motuum leges, ſibi in hoc pulcherrimo opere explicatum iri, ſtupendas plane ac inauditas, perque omnia retro ſecula reconditas atque abditas; eaſdem tamen jam dehinc ita apertas futuras, ita manifeſtas, ut nemo poſthac, hujuſmodi rerum intelligens, dubitare poſſit, quin intimam lucis colorumque naturam tam per-

Digitized by Google

perſpectam habeat, tam ſibi hic ante oculos poſitam & penitus patefactam cernat, quam quod in rerum natura uſpiam eſt exploratiſſimum.

Verum, quoniam illuſtriſſimo Authori viſum eſt, librum hunc ſermone Anglico ſcriptum emittere, & in præfatione ſua cavere, ne quis, ſe inſciente, eum in alium ſcrmonem converteret; id hic certior faciendus eſt lector, hanc verſionem & authoris juſſu incœptam, & eodem approbante abſolutam; & quæcunque in orationis contextu, majoris perſpicuitatis gratia, aliquantulum immutata ſint, paucula quidem illa, ſed quæcunque ſint, ea omnia, vel juſſu authoris vel ejuſdem permiſſu, eſſe immutata.

S. Clarke.

Digitized by Google

AUTHORIS
MONITIO PRIOR
AD LECTOREM.

P*ARS aliqua hujus tractatus de lumine, ſcripta fuit anno* 1675, *rogatu amicorum quorundam e Societate Regia; ad cujus Societatis Scribam tum miſſa fuit, & in conventu ipſorum perlecta: Pars autem ejus reliqua, poſt annos circiter duodecim addita eſt, ad theoriam perficiendam atque abſolvendam; exceptis tertio*

libro,

Digitized by Google

libro, & obſervatione ultima in parte ultima libri ſecundi, quæ poſtea ex chartulis diſperſis ſunt collecta. Ne controverſiis me de hoc argumento implicari paterer, diſtuli uſque adhuc hunc tractatum in lucem emittere; & diſtuliſſem uſque, niſi me moviſſet tandem amicorum importunitas. Si quæ aliæ chartæ ſuper hac materia, erepſerunt injuſſu meo; imperfectæ ſunt eæ, & forſitan ante ſcriptæ, quam omnia experimenta hoc in libro memorata cepiſſem; mihique ipſi, quæ eſſent refractionis leges, colorumque componendorum ratio, ſatis comprobaſſem. Edidi jam [Anglice] *quæ mihi de hoc argumento viſum eſt emittere; & nolim ea, me inſciente, in alium ſermonem converti.*

Coronas colorum, quæ circum ſolem & lunam nonnunquam videntur, conatus ſum quadantenus explicare; verum, inopia plurium obſervationum, materiam illam aliis penitius explorandam relinquo. Argumentum tertii quoque libri imperfectum dimiſi; quia nec omnia ceperim experimenta, quæ, cum hæc agerem, mecum ſtatueram capere; nec, quæ ceperam, omnia iteraverim, donec de ſingulis ipſorum circumſtantiis poſſem

Digitized by Google

mihi ipſi facere ſatis. In his chartis edendis, illud ſolummodo mihi inſtitutum fuit; ut quæ ipſe experiundo comperiſſem, communicarem; quæque adhuc reſtant, aliis penitius exploranda commendarem.

Aprilis 1mo 1704.

I. N.

AUTHORIS

MONITIO ALTERA

AD LECTOREM.

T*Ractatus Mathematicos in priori Optices noſtræ editione ſub finem annexos, in* ſecunda *hac editione, utpote ad eandem materiam minus ſpectantes, ſubjungere omiſi. In fine libri tertii,* Quærendorum *numerum adauxi. Et nequis* gravitatem *inter* eſſen-

eſſentiales *corporum proprietates me habere exiſtimet*, *quæſtionem unam de* ejus *cauſa inveſtiganda ſubjeci.* Quæſtionem, *inquam*: *Quippe qui* experimentis *rem iſtam nondum habeam exploratam.*

Julii 16to 1717. **I. N.**

BIBLIOPOLA

LECTORI

S.

NON ignoranti quem inter tot eximia NEWTONI opera locum huic aſſignaverint peritiores judices, nec ullibi præterquam in Britannia typis expreſſum latine fuiſſe, cur, ut parabile jam ubique fieret, effecerim, rationes multis proferam, ſane nihil eſt opus. Intelliget namque protinus gratiſſimum perutileque juxta futurum cultoribus genuinæ Phyſices conſilium, quo ſine diu porro forte plurimi caruiſſent hiſce lucubrationibus, ex uno earum natali ſolo hactenus comparandis; utique poſt longas demum moras & ambages cupidis moleſtiſſimas, ac pretio denique minime vulgari: plane ut exteri, longe præſertim a mare diſſiti, fruſtra plerumque eas expeterent, noſtratibusque certe pauciſſimis tam eſſe felicibus, ut conſequerentur, contigerit. Quo ne poſthac deſiderio amplius laborarent inani, prælo in his oris ſubjiceretur Liber neceſſe omnino erat. Hujus itaque a me ſuſceptæ operæ rationem reddere ſuperſediſſem, ſi quod ad te perti-

Digitized by Google

pertineret ultra, *Lector Benevole*, nihil habuiſſem dicendum. Nec quæ tui commodi cauſa, præter ſimplicis recuſionis præſtantiſſimi Operis curam, tentaverim atque præſtiterim, commemoraſſem quoque, ni tua intereſſet horum certior ut fieres, quibus hæc Editio cæteris omnibus anteferri a te mereatur. Sunt autem ſequentia. Quam emendatiſſima ut prodiret prima mihi certe potiſſimaque inſpectio fuit; quod & obtinui Matheſeos Profeſſoris celeberrimi officioſiſſima diligentia: cujus in me collati beneficii perennem memoriam non conteſtari piaculum ducerem. Ne præterea vel in Sculptoris arte atque manu ad Figurarum delineationem, vel in Chartæ nitore, aut Typorum elegantia, quicquam jure delicatiores deſiderarent, ſumptibus non peperci. Et voti ſane compotem me factum nemo cum ratione negaverit. Quibus jam nominibus pariter atque vera Magni NEWTONI Imagine, vix extra Britanniam viſa, ornamento haud dubie acceptiſſimo futura fronti hujus Operis, gratiam iniviſſe aliquam ſpero: majorem vero, imo maximam *Indicibus*, quos confici curavi, duobus. Priore nempe, quem ideo *Synopſin Librorum* &c. appellavi, & ante Tractatum collocavi, Experimentorum, Obſervationum, & Quæſtionum ſcopus & uſus indicatur: altero autem Materiarum Index Generalis continetur. His certe acceſſionibus, tam neceſſariis atque levando ſtudioſorum labori, conſulentiumque, idoneis, queis tamen & omnes à Britannis emiſſæ Editiones Latinæ, & Gallica ipſa Pariſina carent, quin præſtitiſſe me quidquid in edendo opere perfectiſſimo abs Bibliopolæ diligentia præſtari valeat, agnoſcant cordatiores, nullus dubito: unde ad alia juvandis id genus ſtudiis non minus apta emittenda, aut recudenda, factus alacrior & animoſior, plura, Deo favente, Officina noſtra ſuppeditabit. Vale.

SYNOP-

Digitized by Google

SYNOPSIS

LIBRORUM, DEFINITIONUM, AXIOMATUM PROPOSITIONUM, EXPERIMENTORUM, OBSERVATIONUM & QUÆSTIONUM.

LIBER I. PARS I.

AUctoris inſtitutum *pag.* 1

DEFINITIO I. *Radiorum luminis.* 2

DEF. II. *Refrangibilitatis radiorum, majoris minoriſve,* 2

DEF. III. *Reflexibilitatis radiorum, majoris minoriſve,* 3

DEF. IV. *Anguli incidentiæ,* 3

DEF. V. *Angulorum reflexionis & refractionis,* 3

DEF. VI. *Sinuum incidentiæ, reflexionis & refractionis,* 3

DEF. VII. *Luminis ſimplicis homogenei, ſimilaris. Luminis compoſiti, heterogenei, diſſimilaris,* 4

DEF. VIII. *Colorum primariorum, homogeneorum ſimplicium. Colorum heterogeneorum, compoſitorum,* 4

AXIOMA I. *Anguli incidentiæ, reflexionis & refractionis, in uno eodemque plano ſiti ſint.* 4

AX. II. *Angulus reflexionis æqualis eſt angulo incidentiæ.* 4

AX. III. *Si radius refractus directo ad punctum incidentiæ revertatur; in eam ipſam lineam, quam radius incidens ante deſcripſerat, refringetur.* 4

AX. IV. *Refractio e rariori medio in denſius, fit verſus perpendicularem; hoc eſt, ita ut angulus refractionis ſit angu-*

Digitized by Google

lo incidentiæ minor. pag. 5

Ax. V. *Sinus incidentiæ eſt ad ſinum refractionis in data ratione, vel accurate, vel quam proxime.* 5

Ax. VI. *Radii homogenei ex diverſis cujuſvis objecti punctis fluentes, & in planam aut ſphæricam ſuperficiem reflectentem aut refringentem, ad perpendiculum aut fere ad perpendiculum incidentes; divergent deinceps a totidem aliis punctis, aut paralleli evadent totidem aliis lineis, aut convergent verſus totidem alia puncta; accurate, aut ſaltem abſque errore ſenſibili. Hocque idem eveniet ſi radii a duabus, tribus, pluribuſve planis ſphæricisve ſuperficiebus ſucceſſive reflectantur vel refringantur.* 7

Foci *definitio.* 7

Ax. VII. *Quocunque in loco radii ex omnibus cujusvis objecti punctis fluentes, in totidem alia puncta, poſtquam reflexione aut refractione coacti fuerint, iterum conveniunt; eo in loco imaginem iſtius objecti ſuper quovis corpore albo in quod inciderint, depingent.* 9

Ax. VIII. *Objectum, quod interveniente reflexione aut refractione aſpiciatur, eo ſemper in loco videtur, unde radii poſt ultimam reflexionem aut refractionem divergunt, quo tempore in oculum ſpectatoris incidunt.* 11

Propositio I. Theorema I. *Lumina, quæ colore differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus inter ſe differunt.* 13

Experimentum I. Charta bicolor, trans Priſma videtur biſecta. 13

Exper. II. Imago objecti rubri, radiis per lentem tranſmiſſis depicta, magis a lente diſtat, quam objecti cærulei imago. 15

Scholium. Corporum naturalium colores non ſunt prorſus homogenei. 17

Prop. II. Theor. II. *Lumen Solis conſtat ex radiis diverſe refrangibilibus.* 18

Exper. III. Radius Solis, per foramen rotundum in tenebricoſum cubiculum introductus, & per priſma tranſmiſſus; oblongam, diſcolorem imaginem in oppoſito pariete depingit 18

Exper. IV. Foramen rotundum, trans Priſma inſpectum oblon-

Digitized by Google

oblongum, diſcolor apparet. *pag.* 22

Exper. V. Radius Solis, idem qui in Exp. 3. per bina Priſmata tranſverſim ſita tranſmiſſus, imaginem oblongam, obliquam depingit. 23

Exper. VI. Radius, a primo Priſmate magis refractus, a ſecundo magis refringitur. 30

Exper. VII. Charta, binis coloribus priſmaticis tincta, trans Priſma videtur biſecta. 32

Exper. VIII. Imago objecti, radiis per lentem tranſmiſſis depicta, magis a lente diſtat, cum id lumine rubro colluſtratur, quam cum lumine cæruleo 35

Exper. IX. Radii cærulei citius a ſuperficie plana priſmatis reflectuntur quam radii rubri. 37

Exper. X. Binis priſmatis ſimilibus in formam parallelopipedi colligatis, poſſunt reflexione ſeparari radii magis refrangibiles à minus refrangibilibus. 39

Scholium docens quomodo Exp. 9. & 10. in unum conjungi poſſint. 41

Prop. III. Theor. III. *Lumen ſolis conſtat ex radiis, qui reflexibilitate, inter ſe differunt: & qui radii magis refrangibiles ſunt, iidem quoque ſunt magis reflexibiles.* 43

Prop. IV. Problema I. *Separare à ſe invicem heterogeneos luminis compoſiti radios.* 44

Exper. XI. Ràdius ſolis, primo per lentem, deinde per Priſma refractus, in pariete depingit Imaginem oblongam, cujus Colores diverſi parum admodum ſunt permixti. 46

Prop. V. Theor. IV. *Lumen homogeneum regulariter, ſine ulla dilatatione, diffuſione aut diſcuſſione radiorum, refringitur: Et confuſior ille objectorum lumine heterogeneo per corpora refringentia viſorum aſpectus oritur ex diverſa refrangibilitate radiorum diverſorum generum.* 50

Exper. XII. Lumen homogeneum priſmate refractum, imaginem rotundam ſui coloris, depingit. 50

Exper. XIII. Circulus chartaceus, lumine homogeneo colluſtratus, trans priſma rotundus videtur. 51

Exper. XIV. Minuta corpora, in lumine homogeneo, per priſma videntur diſtincte. 51

Prop. VI. Theor. V. *Sinus incidentiæ cujuſque radii ſeor-*

Digitized by Google

ſum, eſt ad ſinum refractionis ſuæ in data ratione. 52

Exper. XV. Colligitur id ex inclinatione Imaginum radiis per bina priſmata tranſverſim poſita tranſmiſſis depictarum, ad Imaginem radiis per unum priſma tranſmiſſis depictam. 53

Idem mathematice demonſtratur ex hoc Principio; corpora lumen refringere, agendo in radios ejus in lineis ad ſuperficies ſuas perpendicularibus. 55

Prop. VII. Theor. VI. *Conſpicilla tubulata, quominus numeris omnibus perfecta conſtrui queant, facit diverſa radiorum luminis refrangibilitas.* 57

Radiorum, ex aëre in vitrum tranſeuntium, refractio. 57

Exper. XVI. Lentis ejuſdem diſtantiæ focales variæ ſunt, pro variis radiorum incidentium coloribus. 60

Errores vitrorum objectivorum ex diverſa radiorum refrangibilitate naſcentes, multò majores ſunt erroribus qui ex vitrorum figura ſphærica oriuntur. 67

Teleſcopii per reflexionem inventum. 73

Prop. VIII. Probl. II. *Conſpicilla tubulata in brevitatem contrahere.* 77

LIBER I. PARS II.

Prop. I. Theor. I. *Phænomena colorum in refracto aut reflexo lumine, non oriuntur ex novis modificationibus luminis, quæ, pro variis luminis umbræque terminationibus, varie ſint impreſſæ.* 81

Exper. I. Si radii ſolaris, in cubiculum tenebrioſum intromiſſi, & per priſma refracti, pars alba tranſeat per foramen; ea depinget in pariete ſolitos priſmatis colores, quorum quilibet umbræ confinis poteſt fieri; intercipiendo ſcil. ad priſma partem luminis incidentis convenientem. 81

Exper. II. Charta alba, expoſita in foco lentis, in quam incidat imago priſmatica, alba quidem videtur, ſi radiis refractis ad perpendiculum objicitur,

Digitized by Google

citur, colorata verò, ſi oblique iiſdem exponitur. 83

Exper. III. Radius ſolis, per priſma refractus, & ſimul ac primum exierit in albam chartam incidens, album colorem in ea depingit, ſi ea radio perpendicularis fuerit; colores autem alios, ſi obliqua. 83

Exper. IV. Colores bullarum, quibus pueri ludunt, varii ſunt, & varie immutantur nulla habita ratione confinii umbræ. 85

Prop. II. Theor. II. *Omne lumen homogeneum, colorem habet proprium & ſuum, refrangibilitati ſuæ reſpondentem: iſque color nullis reflexionibus aut refractionibus mutari poteſt.* 87

Exper. V. Lumen homogeneum, per Prop. 4. Part. 1. ſeparatum, novis refractionibus, neutiquam colorem mutat. 87

Exper. VI. Lumini homogeneo expoſita corpora cujuſvis coloris, omnia ejuſdem coloris, ac lumen illud, videntur. 88

Defin. *Radiorum rubrorum, aureorum, viridium, cæruleorum, violaceorum.* pag. 89

Prop. III. Probl. I. *Definire refrangibilitatem diverſorum generum homogenei luminis, coloribus ſuis diverſis reſpondentem.* 90

Exper. VII. Id fit, metiendo intervalla quæ ſinguli colores occupant, in imagine priſmatica diſtinctiſſima. 90

Exper. VIII. Lumen ut libet refractum, ſi contrariis refractionibus ita correctum ſit, ut radius emergens fiat parallelus incidenti, ſemper album remanet. 92

Prop. IV. Theor. III. *Colores compoſitione procreari poſſunt, qui luminis homogenei coloribus plane ſimiles ſint futuri, in ſpeciem quidem & ad oculorum ſenſum, non autem in coloris immutabilitatem & ad conſtitutionem ac naturam luminis. Iique colores, quanto magis compoſiti ſunt, tanto minus largi intenſique fiunt: donec nimia tandem compoſitione dilutiores languidioresque facti, penitus demum evaneſcant, in album vel ſubalbidum converſi. Fieri quoque poteſt, ut colores compoſitione producantur, qui nullis homogenei luminis*

minis coloribus prorſus ſimiles ſint futuri. 95

PROP. V. THEOR. IV. *Albitudo & colores omnes cinerei inter album & nigrum, componi poſſunt ex coloribus: & Solis luminis albor compoſitus eſt ex primariis omnibus coloribus, apta portione inter ſe commixtis.* 96

EXPER. IX. Charta alba, objecta ante imaginem priſmaticam, eo colore infecta apparet, cui propior eſt: quod ſi æque diſtet ab omnibus, candida videtur. 96

EXPER. X. Charta alba, poſita in foco lentis, in quam incidebat imago priſmatica, albo lumine perfunditur: ultra vel citra focum, coloribus priſmaticis pingitur. 97

EXPER. XI. Imago priſmatica, per aliud priſma priori parallelum, ex debito intervallo, inſpecta, alba & rotunda videtur. 102

EXPER. XII. Radius Solis, per priſma primum, deinde per pectinem tranſmiſſus, in charta alba parum diſtante, colores depingit: ſed cellerrimo pectinis motu, ii delentur & charta alba apparet. 103

EXPER. XIII. Confuſi duorum priſmatum colores albitudinem producunt. 105

EXPER. XIV. Spuma aquæ ſapone incraſſatæ, multicolor; è longinquo candida videtur. 107

EXPER. XV. Pulveres colorati apta portione permixti, pulverem album, vel cinereum producunt. 107

PROP. VI. PROBL. II. *In mixtura colorum primariorum, data cujuſque quantitate & qualitate, invenire quis ſit futurus compoſiti color.* 111

PROP. VII. THEOR. V. *Colores omnes in rerum univerſitate, qui quidem ex lumine oriuntur, & non a viribus imaginationis pendeant, ſunt vel colores luminum homogeneorum, vel ex illis compoſiti: idque vel accurate, vel quam proxime, ſecundum regulam in præcedenti problemate expoſitam.* 114

PROP. VIII. PROBL. III. *Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare colorum priſmatibus exhibitorum rationem* 116

EXPER. XVI. Arcus cæruleus, radiis per faciem planam priſ-

Digitized by Google

matis reflexis, videtur. *p.* 119

PROP. IX. PROBL. IV. *Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare Arcus cæleſtis colorum rationem.* 121

PROP. X. PROBL. V. *Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare colorum in corporibus naturalibus permanentium rationem.* 124

EXPER. XVII. *Corpus cujuſvis coloris, in lumine homogeneo ſui coloris, clariſſimum & luminoſiſſimum videtur: in lumine alterius coloris obſcurum & tenebricoſum.* 129

PROP. XI. PROBL. VI. *Permixtis inter ſe luminibus coloratis, componere radium luminis, qui ſit eodem colore eademque natura, ac radius directi luminis Solis; in eoque experiri propoſitionum præmiſſarum veritatem.* 134

LIBER II. PARS I.

Obſervationes circa reflexiones, refractiones & colores corporum tenuium pellucidorum.

OBSERVATIO I. Apprimendo ad ſe invicem duo priſmata, quorum facies erant aliquantulum convexæ, in contactu macula radiis tranſmiſſis pellucida; radiis reflexis nigra vel tenebroſa apparuit. 140

OBS. II. Circa maculam hanc videbantur arcus colorati, qui priſmatum ad radios lucis obliquitatem ſemper augendo, in annulos integros flectebantur, primo coloratos, deinde albos & nigros, tandem coloratos, ſed ordine colorum inverſo. 141

OBS. III. Annuli albi & nigri valde fuerunt diſtincti, e longinquo viſi. Oculo propius admoto non nihil confuſi & colorati videbantur: horum numerus. 142

OBS. IV. Vitri objectivi, parum convexi, ſuperficiei convexæ, vitrum planam ſuper impoſitum, maculam, & annulos coloratos ſucceſſive emergentes exhibet. 143

OBS. V. Annuli colorati, & obſcuri, habent diametrorum ſuorum quadrata in Arithmetica pro-

progreſſione. *pag.* 145
Obs. VI. Aereæ lamellæ vitris interjectæ craſſitudo. 146
Obs. VII. Annuli obliquius inſpecti majores videntur. 149
Obs. VIII. Macula centralis obliquatione oculi augetur. 151
Obs. IX. Radiis tranſmiſſis, contrarii videntur colores, quam qui reflexis apparent. 152
Obs. X. Aqua inter bina vitra objectiva ſubrepente, annuli minores facti ſunt. 152
Obs. XI. Bullula medii cujuſdam aere ſubtilioris in aqua videbatur inter bina vitra. 153
Obs. XII. Vitra objectiva lumini colorato expoſita ſunt: Annuli diſtinctiores videbantur. 154
Obs. XIII. Annulli per lumen rubrum producti, majores annulis per lumen cæruleum exhibitis. 154
Obs. XIV. Coloribus variis ſucceſſive in vitra incidentibus, contrahebantur aut dilatabantur annuli. Contractio & dilatatio in colore rubro celerrima, in violaceo lentiſſima. 155
Obs. XV. Hi annuli unius erant coloris, ejus ſcil. qui erat à priſmate projectus. Annulorum interordinia, propter lumen tranſmiſſum, nigra videbantur. 156
Obs. XVI. Quadrata diametrorum annulorum erant quoque in arithmetica progreſſione. 157
Obs. XVII. Bulla aquæ ſapone incraſſatæ annulos coloratos regulares exhibet. 158
Obs. XVIII. Horum colores quo ordine, qua ſerie ſe mutuo exceperint deſcribitur. 159
Obs. XIX. Oblique inſpecti hi annuli dilatabantur. 161
Obs. XX. Radiis tranſmiſſis, contrarii videbantur colores, quam qui reflexis apparebant. 164
Obs. XXI. Lapidis ſpecularis lamella tenuis eoſdem colores, ſed languidiores exhibet madida, quam ſicca. 164
Obs. XXII. Lamella tenuis vitrea in aere colores floridiores exhibet, quam lamella aerea binis vitris interjecta. 165
Obs. XXIII. Annuli intimi copioſius lumen reflectunt, quam exteriores. 165
Obs. XXIV. Annuli colorati per priſma multo plures videntur quam oculo nudo. 166

LIBER

Digitized by Google

LIBER II. PARS II.

Conſiderationes ſuper præmiſſis obſervationibus. pag. 169

LIBER II. PARS III.

De permanentibus corporum naturalium coloribus, & analogia quæ eſt inter eos colores, & colores tenuium laminarum pellucidarum. pag. 186

PROP. I. *Ex corporum pellucidorum ſuperficies plurimum luminis reflectunt, quæ vim refringentem maximam habent; hoc eſt, quæ inter talia interjectæ ſunt media, quorum denſitates refractivæ inter ſe maxime differunt. Et in confinibus mediorum æqualiter refringentium, nulla eſt reflexio.* 187

PROP. II. *Partes minimæ corporum naturalium fere omnium, ſunt aliquo modo pellucidæ. Et opacitas iſtorum corporum oritur ex multitudine reflexionum, quæ in interioribus ipſorum partibus fiunt.* 189

PROP. III. *Inter corporum opacorum & coloratorum partes, multa interjacent ſpatia: vel vacua, vel mediis, quæ denſitate ab iſtis partibus differant, repleta.* 190

PROP. IV. *Quo corpora opaca eſſe queant, & colorata; partes ipſorum, itemque earum intervalla, debent non eſſe minora quam certæ cujuſdam & definitæ magnitudinis.* 191

PROP. V. *Pellucidæ corporum partes, pro varia ſua craſſitudine, reflectunt radios uno colore, & tranſmittunt radios alio colore; eiſdem de cauſis, ac tenues lamellæ, ſive bullæ reflectunt vel tranſmittunt radios iſtos comparate. Atque huic quidem cauſæ, corporum omnium colores omnes attribuendos exiſtimo.* 192

PROP. VI. *Corporum partes, ex* *qui-*

quibus colores ipſorum pendent, denſiores ſunt quam medium, quod intervalla earum permeat. 194

Prop. VII. *Magnitudo partium ex quibus corpora naturalia conſtant, quæ ſit, ex coloribus ipſorum conjici poteſt.* 195

Prop. VIII. *Reflexionis cauſa, non attribuenda eſt impactioni luminis in partes corporum ſolidas ſive impervias: quomodo uſque antebac creditum fuit.* 202

Prop. IX. *Corpora reflectunt & refringunt lumen una eademque vi, diverſe in diverſis circumſtantiis ſe exerente.* 208

Prop. X. *Si lumen celerius ſit in corporibus quam in inani, ea proportione, quæ eſt Sinuum qui corporum refractionem metiuntur; erunt utique vires corporum ad reflectendum & refringendum lumen, proportionales corporum ipſorum denſitatibus quam proxime; excepto quod corpora unctuoſa & ſulphuroſa, refringant plusquam alia corpora, quæ ſint eadem denſitate.* 209

Prop. XI. *Lumen propagatur ſpatio temporis, a corporibus lucidis; impenditque in tranſitu ſuo de Sole in Terram, ad ſeptem circiter vel octo minuta.* 215

Prop. XII. *Omnis radius luminis, in tranſmiſſu ſuo per quamlibet ſuperficiem refringentem, nanciſcitur conſtitutionem quandam ſeu diſpoſitionem tranſitoriam, quæ in radii progreſſu æqualibus revertitur intervallis, efficitque ut is in ſingulis diſpoſitionis iſtius acceſſibus tranſmittatur facilius per ſuperficiem refringentem proxime deinceps objectam: in ſingulis autem ejuſdem intermiſſibus ſive intervallis, reflectatur facilius ab ejuſmodi ſuperficie.* 216

Definitio *Vicium facilioris flexionis, vicium facilioris tranſmiſſus, & intervallorum vicium.* 219

Prop. XIII. *Cauſa, quamobrem ſuperficies corporum omnium craſſorum pellucentium, luminis ſibi incidentis partim reflectant partim refringant, bæc eſt; quod radiorum alii, quo tempore incidunt, ſint in vicibus facilioris reflexionis; alii autem, in vicibus facilioris tranſmiſſus.* 219

Prop. XIV. *Quæ corporum pellu-*

pellucentium ſuperficies radium, qui ſit in vice facilioris refractionis, refringunt fortiſſime, eæ eundem, ſi ſit in vice facilioris reflexionis, reflectunt facillime. 220

PROP. XV. *In radiis cujusvis unius & ejuſdem generis, emergentibus in quovis angulo e quavis refringente ſuperficie, in quodvis unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quam proxime, ut rectangulum ſecantis anguli refractionis, & ſecantis alius cujuſdam anguli, cujus ſinus videlicet ſit prima ex* 106. *arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a ſinu refractionis.* 221

PROP. XVI. *In radiis diverſorum generum, emergentibus in æqualibus angulis e quavis refringente ſuperficie, in unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quamproxime, ut radices cubicæ quadratorum longitudinum chordæ, quæ ſonent notas illas muſicas in octava,* ſol, la, fa, ſol, la, mi, fa, ſol, *una cum gradibus ſuis omnibus intermediis, ad colores radiorum illorum reſpondentibus, ſecundum eam ſimilitudinem proportionum, quam in* 7. *Exper* 2. *Partis* 1. *Libri expoſuimus.* 221

PROP. XVII. *Si radii unius cujuſvis generis tranſeant in diverſa media ad perpendiculum: intervalla vicium ſuarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus in quovis uno medio, erunt ad earundem intervalla in alio quovis medio, ut ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis radiorum tranſeuntium e primo duorum iſtorum mediorum in ſecundum.* 222

PROP. XVIII. *Si radii qui exhibent colorem in confinio flavi atque aurei interjacentem, tranſeant ad perpendiculum e quovis medio in aerem, intervalla vicium, ſuarum facilioris reflexionis, ſiunt* $\frac{1}{89000}$ *pars unciæ. Et ejuſdem quoque longitudinis ſunt intervalla vicium ſuarum facilioris tranſmiſſus.* 222

PROP. XIX. *Si radii cujusvis gene-*

generis, incidentes in ſuperficiem politam medii cujuſvis pellucidi, reflectantur; vices facilioris reflexionis, quas ii habent in puncto reflexionis, revertentur uſque continuis vicibus; earumque reverſiones diſtabunt a reflexionis puncto, ſpatiis quæ ſint in arithmetica progreſſione numerorum 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. Inque vicium iſtarum intervallis, erunt radii in vicibus facilioris tranſmiſſus. 223

PROP. XX. *Intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, propagatarum a punctis reflexionis in quodvis medium, æqualia ſunt intervallis ſimilium vicium, quas iidem radii ita utique habituri eſſent ſi refracti forent in idem medium per angulos refractionis æquales angulis ſuis iſtis reflexionis.* 224

LIBER II. PARS IV.

Obſervationes circa reflexiones, & colores laminarum craſſarum, pellucentium & politarum.

OBS. I. Speculum vitreum concavo convexum radio Solis, in cubiculum tenebricoſo per exiguum foramen immiſſo, directe oppoſitum, reflectit verſus foramen quatuor vel quinque irides concentricas, vel annulos colorum, 226

OBS. II. Horum annulorum colores quo ordine, qua ſerie ſe mutuo excipiant. 227

OBS. III. Annuli iſti diametros habent, quorum quadrata ſunt in arithmetica progreſſione. 228

OBS. IV. Per priſma multo plures videntur. 229

OBS. V. Radio unius coloris in ſpeculum incidente, annuli quoque videntur ejuſdem illius coloris, ſed diverſæ magnitudinis pro diverſitate colorum. 229

OBS. VI. Oculo collocato eo in

Digitized by Google

loco ubi annuli videbantur, in ipſo ſpeculo faſciæ coloratæ viſæ ſunt 232

Obs. VII. Annulli hi ſimiles annulis in Parte I. hujus Libri deſcriptis, eandem cauſam agnoſcunt. 233

Obs. VIII. Ex vitri ſpeculi craſſitudine colligitur vices facilioris reflexionis & facilioris reflexionis, 34386. rediiſſe. 236

Obs. IX. Iidem annuli per reflexionem ſpeculi vitrei alterius craſſitudinis producti, cauſam eorum in Obſ. 7. allatam confirmant, 240

Obs. X. ſpeculum radio ſolis oblique oppoſitum, annulos quoque producit. 242

Obs. XI. Annulorum iſtorum colores, ortus & magnitudo. 243

Obs. XII. Annuli, in eodem ſitu ſpeculi, producti per reflexionem radii luminis homogenei. 245

Obs. XIII. Annuli, quos producit lumen per guttam aquæ tranſmiſſum: indeque coronarum circa ſolem aut Lunam minorum cauſa. 247

LIBER III.

Obſervationes circa inflexiones luminis & colores inde generatos.

Obs. I. Radio ſolis, in cubiculum tenebricoſum per exiguum foraminulum admiſſo; umbra capilli juſto latior eſt, & tanto latior quanto magis a capillo diſtans. 252

Obs. II. Hæc umbra ternis faſciis coloratis erat fimbriata. 254

Obs. III. Umbræ, fimbriarum, & ſpatiorum intermediorum latitudines, ad diverſa a capillo intervalla. 255

Obs. IV. Fimbriarum, & intervallorum latitudines quadrata habent in harmonica progreſſione. 257

†††† 3 Obs.

Obs. V. Radius ſolis prope cultri aciem tranſiens inflectitur. 258
Obs. VI. Radius ſolis inter binas cultrorum acies tranſiens ſic inflectitur, ut appareat magis inflecti lumen, quod propius acies tranſit. 260
Obs. VII. In Obſ. præcedente fimbriæ apparent coloratæ. 261
Obs. VIII. Radii Solaris, inter binas acies cultrorum, perexiguum angulum continentium, tranſeuntis inflexio. 262
Obs. IX. Dimenſiones diſtantiæ cultrorum in iis locis ubi radios inflectunt. 263
Obs. X. Fimbriæ cultrorum umbras terminantes, hyperbolicæ. 265
Obs. XI. Fimbriatæ umbræ corporum in lumine homogeneo. 267
Quæstio I. Annon corpora agunt in lucem ex intervallo? 270
Qu. II. Annon radii, qui refrangibilitate differunt, differunt etiam flexibilitate? Et annon inde fimbriæ ſupra memoratæ? 270
Qu. III. Annon radiorum prope corpora tranſeuntium inflexio multiplex? 270
Qu. IV. Annon radii lucis in corpora incidentes, inflectuntur priuſquam ad ipſa perveniant? 271
Qu. V. An non corpora & lucem agunt in ſe mutuo? 271
Qu. VI. Cur corpora nigra reliquis facilius incaleſcunt? 271
Qu. VII. Cur corpora ſulphuroſa facilius ignem concipiunt? 271
Qu. VIII. Quid cauſæ eſt, cur quædam corpora luceant? 272
Qu. IX. Annon Ignis eſt corpus eouſque calefactum, ut lucem copioſius emittat? 273
Qu. X. Annon Flamma eſt Fumus candefactus? 273
Qu. XI. Annon corpora magna calorem diutius conſervant? Et unde calor Solis & Fixarum? 275
Qu. XII. Annon ſenſus videndi efficitur per vibrationes in retina excitatas a radiis incidentibus, & ad cerebrum propagatas? 276
Qu. XIII. Annon ſenſus diverſorum colorum oritur ex diverſa vibrationum magnitudine? 277
Qu. XIV. Unde harmonia & diſcordia colorum? 277
Qu. XV. Annon Nervorum opticorum coitus in uno loco, in

Digitized by Google

in cauſa eſt, cur binis oculis objectum videatur ſimplex & unum? 277

Qu. XVI. Annon colores, ex oculi preſſu viſi, oriuntur ex motibus in fundo oculi excitatis per preſſum? 278

Qu. XVII. Annon radii in medium incidentes, in eo vibrationes excitant, quæ vicium facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus cauſæ ſint? 279

Qu. XVIII. Annon calor per vacuum delatus, oſtendit ſpatia quot vacua dicuntur repleri medio quodam aere ſubtiliori? 280

Qu. XIX. Annon lucis refractio oritur ex denſitate hujus medii in diverſis locis diverſa? 280

Qu. XX. Annon hoc medium æthereum pro eo ut ex craſſis denſiſque corporibus in vacuum eatur, denſius evadit? 281

Qu. XXI. Annon eo pacto efficitur ut inter corpora & eorum partes ſingulas vigeat perpetua & reciproca gravitas? 281

Qu. XXII. Annon reſiſtentia quam hoc medium objicit corporum motibus, tam exigua eſt ut inſtar nihili reputetur? 283

Qu. XXIII. Annon Viſus & Auditus efficitur hujus medii vibrationibus quæ in organo excitentur & ad Cerebrum per Nervorum capillamenta ſolida propagentur? 284

Qu. XXIV. Annon motus animalis medii ejuſdem vibrationibus efficitur, quæ in cerebro poteſtate voluntatis excitentur, indeque in muſculos propagentur? 284

Qu. XXV. Annon aliæ ſunt luminis proprietates, præter eas quæ hactenus deſcriptæ ſunt? Et annon mira cryſtalli Iſlandicæ refractio aliam nobis aperit proprietatem? 285

Qu. XXVI. Annon radiorum luminis diverſa ſunt latera, diverſis proprietatibus prædita? Et annon inde refractio inuſitata cryſtalli Iſlandicæ poteſt explicari? 288

Qu. XXVII. Annon errantes ſunt hypotheſes, quas confinxerunt philoſophi, ut phænomena luminis per novas radiorum modificationes explicarent? 291

Qu. XXVIII. Annon errantes ſunt hypotheſes, quibus lumen in preſſu quodam, ſeu motu

motu per fluidum propagato conſiſtere fingitur? 291

Qu. XXIX. Annon radii luminis exigua ſunt corpuſcula, e corporibus lucentibus emiſſa. 298

Qu. XXX. Annon corpora craſſa & lumen in ſe mutuo converti & tranſmutari poſſunt? 302

Qu. XXXI. Annon exiguæ corporum particulæ vires habent attrahentes & repellentes, quibus agant mutuo in ſe ipſæ, per interjectum aliquod intervallum? 303

F I N I S.

OPTI-

Digitized by Google

OPTICES

LIBER PRIMUS.

PARS PRIMA.

IN hoc libro conſcribendo, non mihi id inſtitutum fuit, ut poſitis certis hypotheſibus, luminis proprietates exinde explicarem; ſed ut iſtas proprietates ſimpliciter propoſitas, ratione duntaxat experimentiſque comprobarem. Quem in finem, definitiones & axiomata ſubjecta præmittere ſtatui.

Digitized by Google

DEFINITIONES.

DEFINITIO I.

PEr radios luminis, minimas ipſius partes intelligo, eaſque tam in eiſdem lineis ſucceſſivas, quam contemporaneas in diverſis.

Liquet enim lumen ex partibus conſtare, tum ſucceſſivis, tum contemporaneis: quippe in uno eodemque loco id luminis quod uno momento advenit, intercipere licet; & quod momento proxime ſequenti advenit, permittere ut tranſeat: item uno eodemque tempore lumen in quolibet loco intercipere licet, & quovis alio in loco permittere ut tranſeat. Ea enim luminis pars, quæ intercipitur, non poteſt eadem eſſe atque iſta quam tranſire permittas. Minimum lumen, aut minima luminis pars, quæ ſola ſine reliquo lumine vel intercipi poſſit, vel ſola propagari; aut quæ agere vel pati quicquam poſſit, quod reliquum lumen eodem tempore non agat vel patiatur: hæc eſt, quam appello *radium* luminis.

DEFINITIO II.

Refrangibilitas radiorum luminis, eſt diſpoſitio ea, qua ita comparati ſunt, ut in tranſeundo ex uno corpore tranſlucido, ſive medio, in aliud, refringantur ſeu de via deflectantur. Et major minorve radiorum refrangibilitas, eſt diſpoſitio ea qua apti ſunt, ut in paribus incidentiis ſuper unum idemque medium, magis minuſve de via detorqueantur.

Mathematici plerumque ſecum ita fingunt; radios luminis eſſe lineas à corpore lucido ad corpus illuminatum pertingentes; horumque radiorum refractionem, eſſe linearum iſtarum flexionem aut fractionem in tranſeundo ex uno medio in aliud. Atque hoc quidem de radiis & refractionibus dici poſſit, ſi lumen uno momento propagetur. Verum cum ex temporum eclipſium

Jovis

Digitized by Google

Jovis ſatellitum æquationibus, id colligi videatur, lumen ſpatio temporis propagari; adeo ut e Sole in terram ſeptem circiter minutorum ſpatio deferatur; radios ac refractiones ita laxe definire malui, ut quicquid de luminis propagatione ſtatuatur, hæ tamen definitiones in utramque partem veræ ac certæ ſint.

DEFINITIO III.

Reflexibilitas radiorum, eſt diſpoſitio ea, qua ita comparati ſunt; ut in quodcunque medium inciderint, ab ejuſdem ſuperficie in idem rurſus unde profecti ſunt medium reflectantur. Et radii magis minuſve reflexibiles ſunt, qui facilius aut difficilius reflectuntur.

Exempli gratia: cum lumen e vitro in aërem tranſeat, & pro eo ut ad communem vitri aërisque ſuperficiem magis magiſque inclinetur, ex toto tandem ab iſta ſuperficie reflecti incipiat: quæ radiorum genera vel paribus incidentiis majori copia reflectuntur, vel radios paulatim inclinando citius ex toto reflectuntur; ea maxime reflexibilia ſunt.

DEFINITIO IV.

Angulus incidentiæ, eſt angulus, qui linea ab incidente radio deſcripta, & linea ad reflectentem aut refringentem ſuperficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO V.

Angulus reflexionis aut refractionis, eſt angulus, qui linea a reflexo aut refracto radio deſcripta, & linea ad reflectentem aut refringentem ſuperficiem perpendiculari, in puncto incidentiæ continetur.

DEFINITIO VI.

Sinus incidentiæ, reflexionis & refractionis, ſunt ſinus angulorum incidentiæ, reflexionis & refractionis.

Digitized by Google

DEFINITIO VII.

Lumen cujus omnes radii ſunt æque refrangibiles, id ego ſimplex, homogeneum, & ſimilare appello: Cujus autem radiorum alii magis quam alii refrangibiles ſunt, id ego compoſitum, heterogeneum, & diſſimilare appello.

Prius lumen ideo homogeneum appello, non quod id plane & omnimode homogeneum eſſe, affirmare velim; ſed quod radii qui pari ſunt refrangibilitate, iidem in iſtis ſaltem omnibus, de quibus in hoc libro diſſerendum erit, proprietatibus inter ſe conveniunt.

DEFINITIO VIII.

Colores homogenei luminis, appello primarios, homogeneos & ſimplices: luminum autem heterogeneorum colores, heterogeneos & compoſitos.

Hi enim ex luminum homogeneorum coloribus ſemper compoſiti ſunt; ut ex iis quæ infra dicenda ſunt, apparebit.

AXIOMATA.

AXIOMA I.

Anguli incidentiæ, reflexionis & refractionis, in uno eodemque plano ſiti ſunt.

AXIOMA II.

Angulus reflexionis, æqualis eſt angulo incidentiæ.

AXIOMA III.

Si radius refractus directo ad punctum incidentiæ revertatur; in eam ipſam lineam, quam radius incidens ante deſcripſerat, refringetur.

AXIO-

Digitized by Google

AXIOMA IV.

Refractio e rariori medio in denſius, fit verſus perpendicularem; hoc eſt, ita ut angulus refractionis ſit angulo incidentiæ minor.

AXIOMA V.

Sinus incidentiæ eſt ad ſinum refractionis in data ratione, vel accurate vel quam proxime.

Quare ſi in una radii incidentis inclinatione, cognita ſit iſta proportio; cognita erit etiam in omnibus. Unde refractio in omnibus incidentiæ caſibus ſuper unum idemque corpus refringens, determinari poteſt. Exempli gratia; ſi refractio fiat ex aëre in aquam, ſinus incidentiæ luminis rubri, ad ſinum refractionis ejuſdem luminis, eſt ut 4 ad 3. Si refractio fiat ex aëre in vitrum, ſinus erunt inter ſe ut 17 & 11. In lumine aliorum colorum, aliæ ſunt ſinuum proportiones: ſed ea differentia adeo parva eſt, ut raro ejus ullam rationem haberi ſit neceſſe.

Sit igitur R S [*Fig.* 1.] aquæ ſtagnantis ſuperficies, & C punctum incidentiæ, ubi radius ab A in linea A C per aërem delapſus, reflectitur aut refringitur. Jam ut inveniam quo iſte radius, poſtquam reflexus aut refractus fuerit, ſit perrecturus; erigo ſuper aquæ ſuperficiem e puncto incidentiæ perpendicularem C P, eamque deorſum produco ad Q. Tum ex Axiomate primo concludo, radium, poſtquam reflexus aut refractus fuerit, alicubi in plano anguli incidentiæ A C P producto reperiri debere. Super perpendicularem C P igitur demitto ſinum incidentiæ A D: & ſi radius reflexus, quis ſit, quæratur; produco A D ad B, ita ut D B ſit æqualis iſti A D; & duco C B: quæ linea C B, erit radius reflexus: angulus enim reflexionis B C P ejuſque ſinus B D, æquales ſunt angulo & ſinui incidentiæ; uti, ex ſecundo Axiomate, fieri debet. Sin autem radius refractus, quis ſit, quæratur; produco A D ad H, ita ut D H ad A D eam proportionem habeat, quam habet ſinus refractionis ad ſinum incidentiæ, hoc eſt (ſi lumen ſit rubrum,) rationem 3 ad 4. TAB. I.

Digitized by Google

Tum centro C, in plano ACP, & radio CA, deſcripto circulo ABE; duco parallelam perpendiculari PCQ lineam HE, quæ ſecet circumferentiam in E: & ducta CE, iſta linea CE erit radius refractus. Si enim demittatur EF perpendicularis ad lineam PQ; iſta linea EF, quoniam angulus refractionis eſt ECQ, erit ſinus refractionis radii CE. Qui ſinus EF, æqualis eſt ipſi DH; & conſequenter eam proportionem habet ad ſinum incidentiæ AD, quam habent 3 ad 4.

Eodem modo ſi per priſma vitreum (hoc eſt, vitrum duobus æqualibus & parallelis triangulis ab extremitatibus ſuis terminatum, tribuſque planis & bene politis compactum lateribus, quæ tribus parallelis lineis a ternis angulis unius extremi ad ternos angulos alterius extremi pertingentibus interjunguntur,) ſi, inquam, luminis per hujuſmodi priſma tranſmiſſi refractio quæra-
TAB. I. tur: ſit ACB [*Fig.* 2.] planum, quo priſma ea ſui parte, qua lumen tranſmittitur, ſecetur tranſverſum per iſtas lineas parallelas quibus ternæ ipſius facies interjunguntur: ſitque DE radius incidens in primam faciem priſmatis AC, ubi lumen in vitrum ingreditur. Tum poſito quod ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis eam proportionem habeat, quam habent 17 ad 11; inveni EF primum radium refractum. Qui porro radius quum ſit ipſe radius incidens in ſecundam faciem vitri BC, ubi lumen egreditur; iterum refractus radius FG ſimili ratione invenietur, ponendo ſinum incidentiæ ad ſinum refractionis eam habere rationem, quæ eſt 11 ad 17. Si enim ſinus incidentiæ ex aëre in vitrum, ſit ad ſinum refractionis, ut 17 ad 11; liquet ſinum incidentiæ e vitro in aërem fore e contrario ad ſinum refractionis, ut 11 ad 17; uti ex tertio Axiomate patet.

TAB. I. Simili fere ratione, ſi ACBD [*Fig.* 3.] ſit vitrum ex utraque parte ſphærice convexum (quod vulgo *lens* appellatur, quale eſt vitrum uſtorium, aut conſpicillum vulgare, aut vitrum objectivum conſpicilli tubulati,) & quæratur quomodo lumen e puncto lucido Q in hoc vitrum incidens, refringi debeat: ſit QM radius incidens in quodvis punctum M primæ ſuperficiei ſphæricæ ACB; & erigendo lineam vitro perpendicularem in puncto M, invenia-

inveniatur primus refractus radius MN, ex proportione ſinuum 17 ad 11. Idem radius e vitro egreſſurus incidat in N; tumque inveniatur ſecundus radius refractus N q, ex proportione ſinuum 11 ad 17. Qua eadem ratione inveniri quoque poteſt refractio, cum lens ex altera parte convexa, ex altera plana ſit vel concava; aut cum ex utraque parte ſit concava.

AXIOMA VI.

Radii homogenei ex diverſis cujuſvis objecti punctis fluentes, & in planam aut ſphaericam ſuperficiem reflectentem aut refringentem, ad perpendiculum aut fere ad perpendiculum incidentes; divergent deinceps a totidem aliis punctis, aut paralleli evadent totidem aliis lineis, aut convergent verſus totidem alia puncta, accurate aut ſaltem ſine errore ſenſibili. Hocque idem eveniet, ſi radii a duabus, tribus, pluribuſve planis ſphaericiſve ſuperficiebus ſucceſſive reflectantur vel refringantur.

Punctum, a quo radii divergunt, vel ad quod convergunt, appellari poteſt ipſorum *Focus*. Et, ſi focus incidentium radiorum datus ſit, focus radiorum reflexorum aut refractorum inveniri poterit, computando binorum quorumvis radiorum refractionem, ſicuti ſupra traditum eſt; vel etiam facilius hoc modo.

CAS. 1. Sit ACB. [*Fig.* 4.] planum reflectens aut refringens, TAB. I. & Q focus incidentium radiorum, & Q q C linea plano iſti perpendicularis. Jam ſi hæc linea perpendicularis producatur ad q, ita ut q C fiat æqualis QC; punctum q erit focus radiorum reflexorum.

Vel, ſi qC capiatur ab iiſdem partibus plani, ac ipſa QC; habeatque eandem proportionem ad QC, quam habet ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis; punctum q erit focus radiorum refractorum.

CAS. 2. Sit ACB [*Fig.* 5.] ſuperficies reflectens cujuſvis TAB. I. ſphæræ, cujus centrum ſit E. Biſeca quemvis ipſius radium (puta EC) in T. Et, ſi in iſto radio, ab iiſdem partibus puncti T,

Digitized by Google

cti T, ſumantur puncta Q & q, ita ut TQ, TE, & Tq ſint continue proportionales; & punctum Q ſit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus reflexorum.

TAB. I. CAS. 3. Sit ACB [*Fig. 6.*] ſuperficies refringens cujuſvis ſphæræ, cujus centrum ſit E. In quovis ipſius radio EC in utramque partem producto, capiantur æquales ET & Ct ita, ut ad iſtum radium eam proportionem ſeorſum habeant, quam habet ſinum incidentiæ & refractionis is qui minor fuerit, ad differentiam ipſorum ſinuum. Tum ſi in eadem linea inveniantur duo quævis puncta Q & q, ita ut TQ ſit ad ET, ut Et ad tq; (ſumendo tq in contrarias partes a puncto t, ac TQ a puncto T;) & punctum Q ſit focus radiorum incidentium; punctum q erit focus refractorum.

Porro, eodem modo focus radiorum bis vel ſæpius reflexorum aut refractorum, inveniri poterit.

TAB. I. CAS. 4. Sit ACBD [*Fig. 7.*] lens refringens, ſphærice convexa aut concava, aut plana utravis ſuperficie; ſitque CD axis ipſius, (hoc eſt, linea quæ utramque ejus ſuperficiem ad perpendiculum ſecet, & per centra ſphærarum tranſeat; inque hoc axi producto, ſint F & f radiorum refractorum foci ratione ſupra expoſita inventi, cum radii incidentes ex utraque parte lentis ſint axi eidem paralleli; & diametro Ff biſecto in E deſcribatur circulus. Finge jam quodvis punctum Q focum eſſe radiorum incidentium. Duc QE, quæ ſecet circulum prædictum in punctis T & t; in eamque ſume tq, quæ eam proportionem habeat ad tE, quam habet ipſa tE ſive TE ad TQ. Sit tq a contrariis partibus puncti t, ac TQ a puncto T; & q erit radiorum refractorum focus, ſine errore ſenſibili; modo punctum Q non tanto intervallo ab axe diſtet, nec lens ipſa adeo lata ſit, ut radiorum nonnulli in ſuperficies refringentes nimio plus obliqui incidant.

Simili opere, cum dati ſint duo foci, inveniri poſſunt ſuperficies reflectentes aut refringentes; eoque pacto forma lentis exprimi, quæ efficiat ut radii ad quemvis locum, vel à quovis loco dato, fluant.

Itaque

Digitized by Google

Itaque hujus Axiomatis ſumma hæc eſt. Si radii in aliquam planam aut ſphæricam ſuperficiem ſive lentem incidant, &, antequam in iſtam ſuperficiem incidant, fluant a dato puncto vel ad datum punctum Q; hi radii, poſtquam reflexi vel refracti fuerint, fluent a puncto q, vel ad punctum q, quod ratione ſupra expoſita definitum fuerit. Et, ſi radii incidentes fluant a diverſis punctis, vel ad diverſa puncta, Q; radii reflexi vel refracti fluent a totidem punctis, vel ad totidem puncta, q, quæ eadem ratione inveniri potuerint. Utrum a puncto q, an contra ad iſtud punctum, radii hi reflexi & refracti fluant; ex ipſo puncti iſtius ſitu, facile dignoſcitur. Si enim iſtud punctum ſitum ſit ab iiſdem partibus ſuperficiei ſive lentis reflectentis aut refringentis, ac punctum ipſum Q; & radii incidentes fluant a puncto Q: radii reflexi, ad q; & refracti, a q, fluent. Sin autem radii incidentes fluant ad punctum Q: radii reflexi a q; & refracti, ad q, fluent. Quod ſi iſtud punctum q ſitum ſit a contrariis partibus ejuſdem ſuperficiei; omnia tunc contra, ac dicta ſunt, evenient.

AXIOMA VII.

Quocunque in loco radii ex omnibus cujuſvis objecti punctis fluentes, in totidem alia puncta, poſtquam reflexione aut refractione coacti fuerint, iterum conveniunt; eo in loco imaginem iſtius objecti, ſuper quovis corpore albo in quod inciderint, depingent.

Exempli gratia: ſi P R [*Fig.* 3.] ſit corpus foris objectum; & A B lens, ad cubiculi tenebricoſi feneſtram, operculi foramini infixa; qua radii a quovis objecti iſtius puncto Q fluentes ita cogantur, ut in puncto q iterum conveniant; & chartæ albæ plagula in q, ad excipiendum lumen immiſſum, collocetur: objecti P R imago, juſta ſpecie ac forma, colorumque ipſorum conveniente reſponſu, in chartam depicta conſpicietur. Ut enim lumen quod fluit a puncto Q, pergit ad punctum q: ita lumen quod fluit ab aliis objecti punctis P & R, ad totidem alia puncta p & r, eis in imagine reſpondentia, perget; uti, ex ſexto Axiomate, liquet. Atque hoc pacto unumquodque objecti punctum, ſuum in ima- TAB. I.

Digitized by Google

gine punctum illuminabit; adeoque imago depingetur, qua debet forma atque colore; &plane omni ratione, niſi quod inverſa appareat, objecti ipſius ſimillima. Atque hæc porro eſt cauſa experimenti iſtius etiam in vulgus noti, quo rerum foris objectarum imagines in cubiculo tenebricoſo ſuper parietem aut chartæ albæ plagulam depictas excipere ſolent.

TAB. II. Eodem modo, cum quodvis objectum P Q R [*Fig.* 8.] oculis intuemur; lumen, quod ex diverſis objecti punctis fluit, ita refringitur a pellucidis oculi tunicis atque humoribus, (hoc eſt, ab exteriori tunica E F G, quæ *Cornea* appellatur; & a cryſtallino humore A B, qui eſt ultra pupillam *m k*;) ut id coactum in fundo oculi in totidem aliis punctis iterum conveniat, ibique objecti imaginem in pellicula illa, quæ *Tunica Retina* appellatur, quaque oculi fundum obtectum eſt, depingat. Anatomici enim, cum exteriorem illam & craſſiorem pelliculam, quæ *dura mater* appellatur, oculi fundo detraxerint; tranſpicientes per tunicas tenuiores, rerum objectarum imagines in eis pulchre depictas videre poſſunt. Quæ quidem imagines per nervorum opticorum fibras in cerebrum motu propagatæ, viſus cauſa ſunt. Pro eo enim, ut hæ imagines magis minuſve diſtinctæ ſunt, ipſum objectum magis minuſve diſtincte viſu percipitur. Si oculus aliquo forte colore ita imbutus ſit, (quomodo evenit cum quis ictero laborat) ut imagines in fundo oculi iſto colore tinctæ ſint; omnia corpora objecta tum iſto colore itidem videntur infecta. Si oculi humores progrediente ætate deficientes ita imminuantur, ut tunica cornea & humoris cryſtallini integumentum ſe in planiorem ſuperficiem contrahant; lumen minus æquo refringetur, eaque de cauſa non conveniet in fundo oculi, ſed in loco aliquo ulteriori; & proinde imago in fundo oculi paulo confuſius depingetur; quæ imago pro eo ut magis minuſve confuſa fuerit, ipſum itidem objectum videbitur confuſum. Hæc cauſa eſt, quamobrem ſenibus plerunque viſus deficiat: Atque hinc etiam apparet, quomodo conſpicilla ipſis multum adjumento ſint ad diſtincte videndum. Iſta enim vitra convexa, oculi jam in compreſſiorem figu-

Digitized by Google

figuram ſe contrahentis defectum rotunditatis explent; & refractionem augendo, efficiunt ut radii citius ſolito convergentes, diſtincte in fundo oculi conveniant; modo vitrum, pro ratione compreſſioris oculi figuræ, apta factum ſit proportione convexum. Jam vero myopes, quorum oculi nimium globoſi ſunt, ideoque non niſi propius admota cernunt, omnia contra quam diximus experiuntur. In horum enim oculis, cum refractio nimia ſit, radii ita convergunt, ut intra oculum prius conveniant, quam fundum ejus attigerint: ac proinde imago in fundo oculi depicta, & conſequenter viſio ipſa, non erit diſtincta; niſi vel objectum adeo prope ad oculum admoveatur, ut locus, quo radii coituri convergunt, jam remotior factus, in fundum oculi incidat; vel nimiæ oculi rotunditati ſubventum ſit, refractionesque minuantur, adhibendo vitrum apta proportione concavum; vel ipſa tandem ætate oculus compreſſior factus, aptam figuram ſortiatur. Myopes enim provectiori ætate corpora remotius objecta diſtinctius cernere incipiunt, ideoque viſum habere durabiliorem creduntur.

AXIOMA VIII.

Objectum, quod interveniente reflexione aut refractione aſpiciatur, eo ſemper in loco ſitum videtur, unde radii poſt ultimam reflexionem aut refractionem divergunt, quo tempore in oculum ſpectatoris incidunt.

Si objectum A [*Fig.9.*] interveniente ſpeculi *m n* reflexione inſpiciatur; videbitur id, non proprio in loco A, ſed poſt ſpeculum eo in loco *a*, unde radii quilibet, A B, A C, A D, qui ex uno eodemque objecti puncto fluxerant, divergunt jam, (poſtquam reflexi fuerunt in punctis B, C, D,) in tranſitu ſuo a vitro ad puncta E, F, G, ubi in oculos ſpectatoris incidunt. Hi enim radii talem omnino imaginem in oculorum fundo depingunt, qualem iidem ab objecto in loco *a* revera collocato fluentes, ſine interpoſitu ſpeculi, depinxiſſent: Omniſque in univerſum viſio, iſtius imaginis ſitui atque figuræ congruenter, ſemper efficitur. TAB. II.

B 2 Simi-

Digitized by Google

TAB. I. Similiter, objectum D [*Fig*.2.] per priſma inſpectum, non ſuo in loco D videtur: ſed alio transfertur in locum aliquem *d*; qui in ultimo refracto radio F G, retro ab F ad *d* ducto, ſitus ſit.

TAB. II. Simili quoque ratione objectum Q, [*Fig*.10.] per lentem A B inſpectum, eo in loco *q* collocatum videtur, unde radii, in tranſitu ſuo a lente ad oculum, divergunt. Obſervandum eſt autem; objecti imaginem *q*, tanto majorem aut minorem quam ipſum objectum Q, videri, quanto diſtantia imaginis *q* a lente A B, major minorve eſt quam diſtantia objecti ipſius Q ab eadem lente. Quod ſi objectum per bina plurave hujuſmodi vitra convexa aut concava inſpectum fuerit; unumquodque vitrum novam imaginem effinget; objectumque eo in loco eaque magnitudine videbitur, quæ erant ultimæ imaginis locus atque magnitudo. Ex hac obſervatione pendet tota microſcopiorum teleſcopiorumque theoriæ explicatio. Etenim in hoc fere poſita eſt ea univerſa theoria, ut exponatur talium vitrorum conficiendorum ratio, quæ ultimam objecti imaginem tam diſtinctam tamque magnam tamque luminoſam repræſentent; quam poſſit commode exhiberi.

In his Axiomatibus eorumque explicatu, quicquid antehac de rebus ad Opticen pertinentibus traditum fuerit, breviter atque ſummatim videor mihi expoſuiſſe. De quibus enim inter omnes fere convenit, ea, in his quæ infra dicenda ſunt explicandis, tanquam principia adhibere mihi licere exiſtimabo. Atque hæc quidem ſufficiant, quæ loco introductionis dicta ſint in eorum lectorum gratiam, qui cum ſint acri quidem & perſpicaci ingenio, nondum tamen in ſtudio Optices verſati fuerint. Melius tamen atque facilius hæc, quæ ſequuntur, intelligent, & cogitatione aſſequentur ii, qui antea in his rebus aliquid operæ atque ſtudii poſuerint, & vitra tractare aſſueti fuerint.

PROPO-

Digitized by Google

PROPOSITIONES.

PROPOSITIO I. THEOREMA I.

Lumina, quæ colore differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus inter ſe differunt.

Probatio ab Experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM I.

CHARTAM accepi nigram, oblongam, rigidam, lateribus inter ſe parallelis definitam; eamque linea tranſverſa, ad perpendiculum ab uno latere ad alterum ducta, mediam in duas æquales partes diſpertivi. Harum partium alteram colore rubro infeci; alteram cæruleo, ſive indico ad violaceum accedente. Charta ipſa nigerrima erat, coloreſque largi ac ſaturi, atque inſuper craſſe illiti; ut phænomenon evidentius ac notabilius exhiberetur. Chartam iſtam duobus coloribus hoc modo diſcretam,

per priſma inſpexi ex vitro ſolido conflatum; cujus eæ binæ facies, per quas lumen ad oculum tranſmitteretur, planæ erant ac perpolitæ, angulumque circiter ſexaginta graduum inter ſe continebant: quem quidem angulum, refringentem priſmatis angulum appello. Dum chartam hoc modo intuerer, eam & priſma ita ante feneſtram collocavi, ut chartæ latera eſſent priſmati parallela; eaque latera, atque ipſum inſuper priſma, horizonti parallela; & linea tranſverſa, feneſtræ plano perpendicularis; lumen etiam a feneſtra in chartam incidens, & charta ipſa, angulum inter ſe continerent ei æqualem, quem eadem charta, & lumen jam inde ad oculum reflexum, inter ſe itidem continebant. Ultra priſma, paries cubiculi ſubter feneſtram panno nigro obtectus erat, atque ipſe inſuper pannus tenebris undique circumſeptus; nequid luminis inde reflecteretur, quod prope chartæ extremitates ad oculum tranſiens, ſeſe lumini a charta reflexo immiſceret, eoque pacto experimentum interturbaret. His ita diſpoſitis; quæ obſervabam, hujuſmodi erant. Si angulus refringens priſmatis ſurſum convertatur, ita ut charta refractione altius attolli videatur; dimidia ejus pars illa, quæ erit colore cæruleo infecta, altius videbitur refringendo attolli, quam illa quæ erit rubra. E contrario autem, ſi priſmatis angulus refringens deorſum convertatur, ita ut charta refringendo deorſum ferri videatur; tum cærulea ejus pars aliquanto inferius demitti videbitur, quam rubra. Quamobrem in utroque horum caſuum, id luminis, quod a cærulea chartæ parte per priſma ad oculum fluit, majorem in eiſdem circumſtantiis refractionem patitur, quam id quod fluit a parte rubra; & conſequenter, magis refrangibile eſt.

TAB. II. *ILLUSTRATIO.* In ſchemate undecimo, M N [*Fig.* 11.] exhibet feneſtram; & D E chartam, lateribus D I & H E inter ſe parallelis definitam, & linea tranſverſa F G diſpertitam in binas partes æquales, quarum altera D G colore cæruleo ſaturo, altera F E colore rubro ſaturo infecta ſit. B A C *c a b* repræſentat priſma, cujus facies refringentes A B *b a* & A C *c a* interjunguntur in commiſſura refringentis anguli A *a*. Hæc angulata

gulata acies A *a* ſurſum ſpectans, parallela eſt & horizonti & ſimul extremitatibus chartæ inter ſe parallelis D I & H E; & linea tranſverſa F G plano feneſtræ perpendicularis eſt. Porro *d e* eſt chartæ imago refractione ea, quæ fit ſurſum verſus, ita repræſentata, ut pars cærulea D G altius ſublata ſit ad *dg*, quam pars rubra F E ad *fe*; ac proinde majorem paſſa ſit refractionem. Quod ſi acies refringentis anguli deorſum converſa ſit; jam chartæ imago deorſum refringetur, puta ad *δε*; & pars cærulea refringendo inferius demittetur ad *δγ*, quam pars rubra ad *φε*.

Experimentum II.

Chartæ ante memoratæ, cujus dimidiæ partes colore rubro & cæruleo ſeorſum infectæ erant, quæque papyri conglutinatæ ſpiſſitudine erat ad rigiditatem, tenue ſerici nigerrimi filum ſæpius circumvolvebam; ita ut ſingula fila in charta colorata, tanquam totidem lineæ nigræ ſuperinductæ, aut longæ tenueſque umbræ in eadem projectæ conſpicerentur. Licuerat lineas nigras calamo ducere; ſed fila ſerica tenuiora erant, & diſtinctiori termino definita. Chartam, hoc modo coloribus inductam & lineis nigris diſtinctam, ad parietem admovi, ſituque ad horizontem perpendiculari ita collocavi, ut colorum alter ad dextram eſſet poſitus, alter ad ſiniſtram. Ante chartam, in colorum confiniis, ab inferiori parte, & parvo admodum interjecto intervallo, candelam appoſui; quæ lumen quam clariſſimum chartæ affunderet: noctu enim capiebatur experimentum. Flamma candelæ ad inferiorem chartæ marginem altitudine pertingebat, vel paullo ſupra eam ferebatur. His ita diſpoſitis; ex adverſo chartæ, ſex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, erexi ſuper tabulato lentem vitream uncias $4\frac{1}{4}$ latam, quæ radios e diverſis chartæ partibus fluentes ita colligeret, ut ii ad totidem alia puncta ex altera parte, eodem ſex pedum & unius duarumve unciarum intervallo, ultra lentem convergerent; eoque pacto chartæ coloratæ imaginem in charta alba ibi collocata depingerent; eodem modo quo lens in feneſtræ foramine infixa, corporum foris

Digitized by Google

ris objectorum imagines in cubiculo tenebricoſo chartæ albæ plagula exceptas depingit. Chartam iſtam albam, ſitu & ad horizontem & ad radios ſibi a lente incidentes perpendiculari erectam, ultro citroque, modo lentem verſus, modo a lente, movebam; ut quibus in locis cærulearum rubrarumque chartæ coloratæ partium imagines maxime diſtinctas ſe exhiberent, invenirem. Loca iſta facile dignoſcebam, ex imaginibus linearum nigrarum, quæ erant ipſa fila ſerica in chartam, ut dixi, convoluta. Etenim imagines ſubtilium iſtarum tenuiſſimarumque linearum, (quæ ſummo ſuo nigrore ad umbrarum in coloribus projectarum ſimilitudinem accedebant,) confuſæ erant & vix diſcerni potuerunt; niſi quo tempore colores, ex utraque parte cujuſque lineæ, terminis maxime diſtinctis definiebantur. Contemplatus igitur, qua potui ſumma accuratione, quibus in locis rubrarum cærulearumque chartæ coloratæ partium imagines quam maxime diſtinctæ apparerent; obſervavi id ita ſe habere, ut quo in loco rubra chartæ pars videbatur diſtincta, eo in loco pars cærulea ſemper confuſa videretur, adeo ut lineæ nigræ ei inductæ vix dicerni potuerint: E contrario autem, quo in loco cærulea chartæ pars maxime diſtincta videbatur, eo in loco pars rubra ſemper videretur confuſa, adeo ut lineæ nigræ ipſi inductæ jam vix diſcerni potuerint: Quodque interea duo loca, in quibus hæ duæ imagines ſeorſum diſtinctæ videbantur, ſpatii interjaceret; id ſeſqui-unciæ intervallum eſſet. Etenim quo tempore rubra chartæ coloratæ pars maxime diſtinctam ſui imaginem exhibebat; charta alba, qua hæ imagines excipiebantur, & lens, ſeſqui-unciæ intervallo longius inter ſe diſtabant, quam quo tempore partis cæruleæ imago maxime diſtincta videbatur. Cum itaque utriuſque incidentia in lentem plane eadem eſſet; color cæruleus a lente plus refringebatur, quam ruber: adeo ut ſeſqui-unciæ intervallo propius a lente, quam color ruber, convergeret; & conſequenter magis ſit refrangibilis.

TAB. II. *ILLUSTRATIO.* In ſchemate duodecimo, DE [*Fig.* 12.] exhibet chartam coloratam; DG partem ejus cæruleam; **FE** partem rubram; **MN** lentem; HI chartam albam eo in loco poſitam,

ſitam, ubi partis rubræ imago, una cum ſuis lineis nigris, diſtincta videbatur; & *h i* eandem chartam eo in loco poſitam, ubi partis cæruleæ imago videbatur diſtincta. Locus *h i* ſeſqui-unciæ intervallo propius, quam locus H I, a lente M N diſtabat.

Scholium. Idem erit hujuſce experimenti eventus, utcunque quædam circumſtantiæ varientur. Exempli gratia: In primo experimento, ſi priſma & charta ad horizontem quovis angulo inclinentur; & in utroque experimento, ſi lineæ coloratæ in charta nigerrima ductæ ſint; exitus experimenti nihil immutabitur. Verum enimvero, in hiſce experimentis deſcribendis, eas volui adhibere circumſtantias, quibus vel ipſum phænomenon clarius atque evidentius exhiberi poſſet, vel quibus tiro rem facilius experiretur, vel tandem quibus ſolis ut ipſe uſus fuerim acciderit. Atque hoc idem ſæpius in ſequentibus experimentis deſcribendis feci: De quibus omnibus hoc in loco lectorem ſemel monuiſſe, ſatis ſit. Obſervandum eſt autem, ex hiſce experimentis non id continuo effici, ut illud omne lumen, quod e charta cærulea fluit, magis refrangibile putandum ſit, quam id omne quod fluat e rubra: utrumque enim iſtorum luminum ex radiis diverſe refrangibilibus compoſitum eſt; adeo ut in iſto rubro lumine nonnulli ſint radii nihilo minus refrangibiles quam radii in cæruleo, & in iſto cæruleo lumine nonnulli ſint radii nihilo magis refrangibiles quam radii in rubro. Sed iſtiuſmodi radii, ad totius luminis rationem, perpauci ſunt; & id efficiunt, ut experimenti ſucceſſus minuatur, nequaquam autem ut penitus impediatur. Quum enim colores ruber & cæruleus dilutiores & languidiores eſſent; imagines ante dictæ, minus quam ſeſqui-unciæ intervallo, inter ſe diſtabant: quum autem hi colores largiores & ſaturatiores eſſent; eæ imagines, uti inferius exponetur, majori intervallo inter ſe diſtabant. Atque hæc quidem ſufficiant, quæ, ad hanc propoſitionem comprobandam, in corporum naturalium coloribus capta ſint experimenta. In illis enim coloribus, qui priſmatum refractione ſeſe exhibent, veritas hujuſce propoſitionis, ex iis quæ in ſequenti propoſitione enarranda ſunt experimentis, uberius apparebit.

C PROP.

Digitized by Google

PROPOSITIO II. THEOREMA II.

Lumen Solis conſtat ex radiis diverſe refrangibilibus.

Probatio ab experimentis deſumpta.

Experimentum III.

IN cubiculo valde tenebricoſo, ad rotundum feneſtræ operculi foramen, quod erat circiter tertia unciæ parte latum, priſma vitreum admovi; quo Solis luminis radius, per id foramen in cubiculum tranſmiſſus, ſurſum verſus ad oppoſitum parietem refringeretur, ibique coloratam Solis imaginem exhiberet. Priſmatis axis (hoc eſt, linea per medium priſma ab uno extremo ad alterum, ſitu ad anguli refringentis aciem parallelo tranſiens,) erat in his & ſequentibus experimentis ad radios incidentes perpendicularis. Circa hunc axem lente converſo priſmate; lumen refractum, ſive coloratam Solis imaginem in pariete depictam, primo deſcendere, deinde aſcendere obſervabam. Inter deſcenſum & aſcenſum iſtum, cum imago conſiſtere & morari videretur, priſma cohibui, eoque in poſitu fixum retinui, ne moveretur amplius. Etenim in ea priſmatis poſitione, luminis refractiones quæ fierent in duobus anguli refringentis lateribus, hoc eſt, ad ingreſſum & egreſſum luminis, æquales erant inter ſe. Similiter, in aliis experimentis, quotieſcunque id agerem, ut refractiones in utraque priſmatis facie inter ſe eſſent æquales; notavi locum ubi Solis imago lumine refracto depicta, inter duos contrarios motus ſuos, in communi progreſſus & regreſſus ſui confinio, conſiſtere atque morari videretur: & cum in iſtum locum incideret imago, priſma cohibui fixumque retinui. Atque in hac quidem poſitione, quippe omnium convenientiſſima, intelligendum eſt priſmata omnia in ſequentibus experimentis eſſe collocata: niſi ubi alia aliqua poſitio nominatim deſcribetur. Priſmate igitur hac in poſitione collocato; lumen refractum chartæ albæ

Digitized by Google

albæ plagula, ad perpendiculum radiis objecta, in oppoſito cubiculi pariete excepi; ſolariſque imaginis in chartam eo lumine depictæ figura atque menſuræ, quæ eſſent, adnotavi. Imago oblonga erat, non tamen ovalis, ſed duabus rectis interque ſe parallelis lineis a lateribus, & duobus ſemicirculis ab extremitatibus, terminata. A lateribus definiebatur terminis ſatis quidem diſtinctis: ab extremitatibus autem, finibus valde confuſis & minime diſtinctis; lumine iſtis in locis deficiente paulatim, & evaneſcente. Latitudo imaginis ea erat, quæ Solis diametro reſponderet; utpote uncias $2\frac{1}{8}$ complectens, incluſa penumbra. Quippe imago, intervallo octodecim pedum cum dimidio, a priſmate diſtabat: quo quidem intervallo interjecto, prædicta imaginis latitudo, (ſubducta foraminis in operculo feneſtræ diametro, hoc eſt, $\frac{1}{4}$ unciæ,) ſubtendebat angulum ad priſma circiter dimidii gradus, qui eſt Solis apparens diameter. At longitudo imaginis erat unciarum circiter $10\frac{1}{4}$; laterumque rectilineorum longitudo, circiter octo unciarum; & angulus refringens priſmatis, quo imago tanta longitudine exhibita eſt, erat 64 graduum. Quum iſte angulus minor eſſet, longitudo imaginis itidem minor erat, latitudo autem eadem quæ prius. Si priſma circa axem ſuum eam in partem convertebatur, quæ efficeret ut radii e ſecunda refringente priſmatis facie obliquius, quam ante, emergerent; imago continuo unam duaſve uncias, aut plus eo, ſe in longitudinem amplius extendebat. Sin priſma in contrarias partes convertebatur, ita ut radii jam in primam refringentem faciem obliquius inciderent; imago ſtatim uncia una atque altera in brevitatem ſe contrahebat. Quocirca in hoc experimento capiendo, qua potui ſumma accuratione id mihi agendum exiſtimavi, ut ratione ſupra expoſita priſma eo in ſitu diligenter mihi collocatum foret, quo radiorum e priſmate emergentium refractiones pares eſſent refractionibus radiorum in priſma incidentium. In priſmate, quo uſus ſum, erant quidem venulæ aliquæ ſe ab una extremitate ad alteram per vitrum diffundentes; quibus radiorum nonnulli quoquoverſus quidem irregulariter diſpergebantur: verum in imagine colorata in longitudinem extendenda, nihil quicquam effecerunt

Digitized by Google

hæ venæ. Etenim idem experimentum in aliis priſmatibus cepi; eundemque ſemper exitum habebat. Et ſpecialiter, quum priſmate uterer hujuſmodi venis perquam immuni, & cujus angulus refringens eſſet graduum $62\frac{1}{2}$; inveni longitudinem imaginis, intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a priſmate, eſſe unciarum $9\frac{3}{4}$ aut 10; foraminis autem in feneſtræ operculo latitudo erat, ut prius, $\frac{1}{4}$ unciæ. Porro, quoniam in priſmate apte recteque collocando proclive eſt errare; experimentum ter, quater, ſæpius repetebam; imaginiſque longitudinem ſemper eam, quam dixi, inveniebam. Quum alio priſmate, ex vitro adhuc pellucidiori politiorique, uterer; quod venis itidem immune videretur, cujuſque angulus refringens, eſſet graduum $63\frac{1}{2}$; imaginis longitudo, eodem intervallo pedum $18\frac{1}{2}$ a priſmate, erat iterum unciarum circiter 10 aut $10\frac{1}{8}$. Ultra hos fines, ſpatio circiter $\frac{1}{4}$ aut $\frac{1}{3}$ unciæ, ab utraque imaginis extremitate, lumen e nubibus proveniens colore rubro & violaceo nonnihil tinctum videbatur; verum id coloris adeo languidum erat ac dilutum, ut a radiis quibuſdam ipſius imaginis, quos forte inæqualitates quædam vel in ipſo vitro, vel in faciebus ejus, irregulariter diſſperſerint quoquoverſus, ortum id vel omnino, vel ſaltem maxima ex parte, ſuſpicatus ſim: ideoque hoſce colores, in menſurarum ſupra expoſitarum rationem, non ſum complexus. Ad hæc, varia foraminis, in operculo feneſtræ, magnitudo; varia priſmatis, qua parte lumen tranſmitteretur, craſſitudo; variæ inſuper priſmatis ad horizontem inclinationes; longitudinem imaginis nihil quicquam ad ſenſum immutabant. Neque vero diverſa ipſa, ex qua priſmata conſtarent, materia, quicquam immutabatur iſta longitudo. Nam quum vaſe ex politis vitri lamellis in formam priſmatis, concluſa intus aqua, conglutinatis uterer; ſimilis plane erat experimenti exitus, ſecundum proportionem refractionis. Obſervandum eſt præterea, radios a priſmate ad uſque imaginem, ſemper rectis in lineis progreſſos; ac proinde, ſimul ut primum e priſmate exierant, eam omnem inter ſe inclinationem habuiſſe, unde imaginis longitudo oriebatur; hoc eſt, inclinationem quæ eſſet graduum amplius duo-

rum

Digitized by Google

rum cum dimidio. Et tamen, ſecundum Optices leges vulgo receptas, omnino nullo modo fieri potuit, ut hi radii tantum inter ſe inclinationis haberent. Sit enim E G, [*Fig.*13.] TAB. III. feneſtræ operculum; F, foramen per quod Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum immittebatur; & A B C planities triangula animo concepta, qua priſma ea ſui parte, per quam luminis pars media permeat, tranſverſum ſecetur; vel, ſi ita potius videtur, ſit A B C ipſum priſma, extremitate ſua propiori directo ad ſpectatoris oculum obverſa; XY, Sol; M N charta, qua Solis imago colorata excipiatur; & P T imago ipſa, lateribus ad *u* & *w* rectilineis interque ſe parallelis, extremitatibus autem P & T in ſemicirculos deſinentibus. Sint denique YK HP & XLIT duo radii: quorum prior, ab inferiori parte Solis ad ſuperiorem partem imaginis proficiſcens, interjecto priſmate refringitur in punctis K & H; poſterior autem a ſuperiori parte Solis ad inferiorem partem imaginis proficiſcens, refringitur in punctis L & I. Jam quoniam poſuimus, refractiones ex utraque parte priſmatis inter ſe eſſe æquales: hoc eſt, refractionem quæ eſt ad K, ei eſſe æqualem quæ eſt ad I; & refractionem ad L, ei æqualem quæ eſt ad H: ita ut refractiones radiorum ad K & L incidentium ſimul ſumptæ, refractionibus radiorum ad H & I emergentium ſimul ſumptis æquales ſint: ſequitur, æqualia æqualibus adjungendo, fore ut refractiones itidem ad K & H ſimul ſumptæ, æquales ſint refractionibus ad I & L ſimul ſumptis; ac proinde, ut iſti duo radii, cum ſint æque refracti, eandem inter ſe poſt, ac ante, quam refracti fuerint, inclinationem habere debeant; hoc eſt, inclinationem, quæ, pro Solis diametri longitudine, ſit dimidii gradus: etenim ea erat radiorum, ante refringendum, ad ſe invicem inclinatio. Itaque, his ita poſitis, longitudo imaginis P T, ex legibus Optices vulgo receptis, ſubtendere deberet angulum ad priſma, qui eſſet dimidii gradus: quæ quidem longitudo æqualis foret ipſi latitudini *u w*; & conſequenter imago plane rotunda eſſet. Atque hæc quidem prorſus ita ſe haberent, ſi bini iſti radii X L I T & Y K H P, reliquique omnes ex quibus Imago P*w* T*u* conſtat, æque eſſent refrangibiles. Cum igitur e contrario

trario experientia evincatur, imaginem iſtam non rotundam eſſe, ſed latitudinem ipſius circiter quinque partibus longitudine ſuperari: omnino radii, qui majori refractione ad ſuperiorem imaginis extremitatem P mittuntur, magis, quam ii qui ad inferius ejuſdem extremum T progrediuntur, refrangibiles ſint neceſſe eſt; niſi ea forte ſit refractionis hujuſce inæqualitas, quæ caſu poſſit accidere.

Imago iſta P T ſic erat colorata, ut extremitas ipſius ea, quæ minime refringeretur, T, rubra eſſet; extremitas autem altera P, quæ maxime refringeretur, violacea; parteſque mediæ ex ordine, flavæ, virides, & cæruleæ. Quo quidem amplius firmatur id, quod erat prima propoſitione comprobandum; nempe, quæ lumina colore differant, ea itidem refrangibilitate inter ſe differre. Longitudinem imaginis in experimentis ante dictis, ab uſque extremo & languidiſſimo colore rubro ex una parte, ad extremum & languidiſſimum colorem cæruleum ex altera parte, dimenſus ſum; dempta penumbra quadam, cujus latitudo quadrantem unciæ vix ſuperabat, ut ſupra dictum eſt.

Experimentum IV.

TAB. I. FIG. 2. In radio Solis per feneſtræ operculi foramen in cubiculum tranſmiſſo, interjecto aliquot pedum a foramine intervallo, priſma in manu ea poſitione tenui, qua axis ipſius ad perpendiculum iſti radio objectus eſſet. Per priſma ita collocatum, inſpexi foramen: converſoque hac illac circa axem ſuum priſmate, ut foraminis imago vicibus aſcendere & deſcendere videretur; cum inter duos hoſce contrarios motus conſiſtere atque morari imaginem obſervarem, priſma fixum retinebam, ut refractiones ex utraque parte anguli refringentis, (quomodo in prioribus experimentis factum eſt,) inter ſe eſſent æquales. Per priſma hoc in ſitu fixum, foramen attentius inſpiciens, obſervabam longitudinem refractæ ipſius imaginis, multis partibus ſuperare latitudinem ſuam; partemque illius eam, quæ maxime refracta eſſet, violaceam videri; quæ

quæ minime, rubram; parteſque medias ex ordine, cæruleas, virides, & flavas. Idem plane eveniebat, quum per priſma e lumine Solis remotum, foramen ſplendore nubium ſolummodo illuminatum inſpicerem. Et tamen, ſi refractio ſecundum unam certam (uti vulgo exiſtimatur) ſinuum incidentiæ & refractionis proportionem, regulariter efficeretur; refractam iſtam foraminis imaginem, omnino rotundam apparere oportuiſſet.

Ex his itaque duobus experimentis apparet, in ſimilibus plane incidentiis notabilem eſſe refractionum inæqualitatem. Verum unde tandem hæc oriatur inæqualitas; utrum ex eo, quod radiorum incidentium alii magis refringantur, alii minus, idque certa aliqua ac conſtanti ratione; an vero caſu hæc omnia eveniant; an ex eo denique, quod unus idemque radius refractione conturbetur, diſcutiatur, dilatetur, & diffiſſus quodammodo in multos divergentes radios diffundatur; in qua ſententia erat *Grimaldus*: Hoc quidem ex experimentis ante dictis nondum conſtat; ex iſtis autem quæ ſequuntur, ſatis apparebit.

EXPERIMENTUM V.

Cum igitur ita mecum cogitarem; ſi Solis imago, qualem in tertio ſupra experimento deſcripſi, in ſpeciem iſtam oblongam producta eſſet, vel dilatatione cujuſque radii, vel alia quavis refractionum inæqualitate, tali, quæ poſſet caſu accidere; fore neceſſario, ut eadem oblonga imago iterum refracta in latus, jam ſecunda iſta dilatatione radiorum, aut quæcunque fuiſſet fortuita illa refractionum jam in latus factarum inæqualitas, in latitudinem æque, atque ante in longitudinem, extenderetur: Cum hæc, inquam, mecum cogitarem; ſuccurrit ut experirer, quis eſſet futurus ſecundæ hujuſmodi refractionis effectus. Hunc itaque in finem, omnibus eodem modo atque in tertio experimento diſpoſitis, priſma alterum proxime poſt primum ſitu tranſverſo appoſui, quod Solis luminis radium, ſibi e primo priſmate incidentem, denuo refringeret. A primo priſmate hic radius refringebatur ſurſum verſus; a ſecundo,

Digitized by Google

ſecundo, in latus. Eventus autem experimenti is erat, ut ſecundi priſmatis refractione latitudo imaginis nihil plane augeretur; ſuperior autem ipſius pars, quæ in primo priſmate maximam paſſa eſſet refractionem, coloremque violaceum & cæruleum exhibuiſſet, eadem in ſecundo priſmate majorem iterum refractionem pateretur, quam inferior ejus pars quæ rubra atque flava viſa fuerat: hocque ſine ulla dilatatione imaginis in latitudinem.

TAB. III. *ILLUSTRATIO.* Sit S, Sol; [*Fig.* 14.] F, foramen in feneſtra; A B C, priſma primum; D H, priſma ſecundum; Y, rotunda imago Solis, directo luminis radio, cum nullum interpoſitum ſit priſma, in parietem projecta; P T, oblonga Solis imago, quam radius per primum ſolum priſma tranſmiſſus, antequam priſma ſecundum apponatur, exhibeat; *p t* autem, imago ea, quæ tranſverſis amborum priſmatum refractionibus effecta ſit. Jam ſi radii, qui ad diverſa rotundæ imaginis Y puncta tendunt, dilatati refractione primi priſmatis ita diffunderentur, ut deinceps non in ſingulis lineis ad ſingula puncta proficiſcerentur, ſed ſinguli radii diffiſſi atque diſcuſſi, jam e radiis linearibus in totidem ſuperficies radiorum a puncto refractionis divergentium, & in eadem cum incidentiæ & refractionis angulis planitie jacentium, commutati eſſent; adeo ut in iſtis planitiebus, ad totidem lineas fere ab uno extremo imaginis P T ad alterum protenſas, ſinguli ferrentur; eaque cauſa eſſet, quamobrem imago oblonga fiat: ſi hæc, inquam, ita ſe haberent; utique iidem radii, eorumque ſingulæ partes, ad diverſa imaginis P T puncta tendentes, iterum jam tranſverſa priſmatis ſecundi refractione dilatari deberent, atque in latus diffundi; adeo ut imaginem quadratam, qualis ad *πτ* depicta eſt, exhibituri eſſent. Quod ut melius atque facilius intelligatur; diſtingue imaginem P T in quinque æquales partes, P Q K, K Q R L, L R S M, M S U N, N U T. Et qua irregularitate lumen rotundum Y, refractione primi priſmatis dilatatum, producatur in imaginem oblongam P T: eadem ratione lumen P Q K, quod ſpatio tum longitudine tum latitudine ſimili plane, atque ipſum Y, continetur; refractione ſecundi priſmatis dilatari debebit,

& in imaginem oblongam $\pi q\ k p$ produci: Lumen K Q R L itidem, in imaginem oblongam $k q r l$; & lumina L R S M, M S U N, N U T, in totidem alias imagines oblongas, $l r s m$, $m s u n$, $n u t$ T, producantur oportebit: quæ quidem omnes imagines oblongæ, imaginem quadratam π T conficerent. Atque hæc quidem ita ſe haberent neceſſario; ſi ſinguli radii refractione dilatati in totidem triangulas radiorum a puncto refractionis divergentium ſuperficies diffunderentur. Etenim ſecunda refractione radii in unam partem æque diffunderentur neceſſe eſt, ac prima refractione erant diffuſi in alteram; eoque pacto imago refractione ſecunda in latitudinem æque dilataretur, ac priori dilatata erat in longitudinem. Hocque idem omnino accidere deberet, ſiquo caſu fortuito radiorum alii magis, alii minus, refringerentur. Verum enimvero res ipſa longe aliter ſe habet. Nam priſmatis ſecundi refractione imago P T, non latior facta eſt, ſed obliqua ſolummodo; quomodo ad $p t$ depicta eſt; ſuperiori ipſius extremo P refractione longius tranſlato, quam inferiori extremo T. Itaque id luminis, quod ad imaginis ſuperius extremum P ferebatur, in ſecundo priſmate (poſitis æqualibus incidentiis) magis refringebatur, quam id quod ferebatur ad inferius extremum T: hoc eſt, radii qui erant colore cæruleo & violaceo, plus refringebantur, quam qui rubro erant & flavo; ac proinde magis refrangibiles erant. Iſtud idem lumen, refractione prioris priſmatis, longius, quam reliquum lumen, a loco Y, quo ante refringendum tendebat, tranſlatum fuerat. Quare id tam in primo priſmate, quam in ſecundo, majorem ſubierat refractionem; & conſequenter plus, quam reliquum lumen, refrangibile erat, etiam ante quam in primum priſma incideret.

Aliquando poſt ſecundum priſma, tertium appoſui, vel etiam quartum; quibus imago ſæpius refringeretur in latus. Verum horum omnium experimentorum is unus erat exitus, ut qui radii in primo priſmate plus quam reliqui refringebantur, iidem in reliquis priſmatibus plus itidem refringerentur: idque ſine ulla imaginis dilatatione in latus. Quamobrem iſti radii, eo quod certa ac conſtanti ratione plus quam reliqui refringantur, merito

D

Digitized by Google

rito appellari poſſunt *magis refrangibiles.*

Sed ut hoc experimentum quo ſpectet, clarius appareat; concipiendum eſt radios, qui ſint æque refrangibiles, eos omnes in circulum unum incidere, qui Solis globo reſpondeat. Id enim jam ante in tertio experimento probavimus. Circulum autem cum dico, non id hic ita intelligendum velim, ac ſi circulum perfectum & geometricum dicerem: ſed figuram quamlibet orbicam intelligo, cujus longitudo ac latitudo ſint inter ſe æquales, quæque ad ſenſum poſſit circulus videri. Sit igitur
TAB. III. A G [*Fig.* 15.] circulus, quem radii maxime refrangibiles, quotquot e toto Solis globo fluunt, unum univerſi, ſi ſoli eſſent, illuminarent & in oppoſito pariete depingerent: ſimiliter E L, circulus quem univerſi radii minime refrangibiles, ſi & ipſi itidem ſoli eſſent, eodem modo illuminarent: denique B H, C I, D K, circuli quos totidem media radiorum genera ſuper parietem ordine depingerent, ſi ſuo ſingula ordine, interceptis reliquis omnibus, e Sole propagarentur. Finge porro alios innumeros circulos interjectos, quos alia innumera media radiorum genera ſuo ſingula ordine in pariete depingerent, ſi ſeorſum e Sole ſingula ordine emitterentur. Et quoniam revera hæc omnia radiorum genera e Sole ſimul emittuntur, liquebit neceſſum fore, ut ea omnia uno eodemque tempore emiſſa, innumeros circulos inter ſe æquales illuminent atque depingant; ex quibus univerſis, in ordinem continuum pro ſua cujuſque refrangibilitate collocatis, imago iſta oblonga P T, quam ante in tertio experimento deſcripſimus, compoſita ſit. Quod ſi jam
TAB. III. ita comparata eſſet rotunda illa Solis imago Y, [*Fig.* 14. & 15.] quæ a radio luminis nondum refracto depingitur; ut vel dilatatione aliqua radiorum ſingulorum, vel alia quavis fortuita in priori priſmate refractionis inæqualitate, produceretur in oblongam iſtam imaginem P T: utique eadem ratione, ſinguli iſtius imaginis circuli A G, B H, C I, *&c.* tranſverſa ſecundi priſmatis refractione radios iterum dilatante aut quovis alio modo (ut prius) diſpergente, deberent ſimiliter protendi & in figuram oblongam immutari: quo pacto imago P T jam in latitudinem

Digitized by Google

tudinem æque extenderetur, ac imago Y refractione primi priſmatis producta erat ante in longitudinem: & conſequenter refractionibus amborum priſmatum, omnino effingi deberet imago quadrata, qualem ante deſcripſi, *p π τ T*. Cum igitur e contrario, latitudo imaginis P T non augeatur refractione ea quæ fit in latus; liquet radios ea refractione non diffindi, nec dilatari, nec ulla alia ratione, quæ poſſit caſu accidere, diſpergi; ſed unumquemque circulum regulari & uniformi refractione, integrum alio transferri; exempli gratia, circulum A G refractione maxima transferri ad *a g*; circulum B H, refractione minori, ad *b h*; circulum C I, refractione adhuc minori, ad *c i*; & reliquos ſimili proportione; atque hoc pacto novam imaginem *p t*, ad priorem P T aliquantum inclinatam, ex circulis ſimiliter in recta linea ordine diſpoſitis componi. Quos quidem circulos, eadem eſſe magnitudine, atque primos, neceſſe eſt; quia latitudines omnium imaginum, Y, P T & *p t*, quando æqualibus intervallis a priſmatibus diſtant, ſunt inter ſe æquales.

Obſervabam præterea, ex latitudine foraminis F, per quod lumen in cubiculum tenebricoſum tranſmittitur, penumbram oriri in circuitu imaginis Y; eamque penumbram, in rectilineis imaginum P T & *p t* lateribus, uſque manere. Collocavi igitur in iſto foramine lentem, ſive vitrum objectivum teleſcopii; quod Solis imaginem diſtincte ſine ulla penumbra in Y projiceret. Ex quo effectum eſt, ut ea etiam penumbra, quæ rectilineis imaginum oblongarum P T & *p t* lateribus adhæſerat, penitus ſublata fuerit; eaque latera tam diſtinctis terminis definita apparerent, quam ipſe primæ imaginis Y circuitus. Atque hæc quidem ita ſe habebunt; ſi vitrum, ex quo priſmata conſtant, venulis ſit immune, priſmatumque facies accurate planæ ſint, & perpolitæ, ſine raſuris iſtis undatim curvis, quæ innumeræ ex parvis foraminibus ab arena reſtantibus, & ſtanni uſti politura detritis aliquantulum ac complanatis, oriri ſolent. Quinimo, ſi vitrum politum ſolummodo, & venulis immune; facies autem priſmatum non accurate planæ ſint, ſed, ut fit, convexæ aliquantulum aut concavæ; nihilo tamen minus fieri poteſt, ut tres

Digitized by Google

iſtæ imagines Y, P T, & *p t*, penumbris careant: at non in æqualibus a priſmatibus diſtantiis. Jam vero ex eo, quod nullæ penumbræ apparerent, hoc certo certius colligebam; circulorum ante dictorum unumquemque, admodum regulari aliqua, uniformi, & certa ac conſtanti ratione refractum fuiſſe. Nam ſi fortuita ulla refractionis fuiſſet inæqualitas; nullo modo fieri potuiſſet, ut lineæ rectæ A E & G L, quas ſinguli imaginis P T circuli tangunt, transferrentur ea refractione in lineas *a e* & *g l*, quæ ipſæ uſque diſtinctæ & rectæ æque forent, ac fuerant priores A E & G L: ſed omnino in iſtis lineis e loco in locum tranſlatis, penumbra quædam aut curvatura undulata, aut alia aliqua manifeſta perturbatio, neceſſario oriretur; contra quam experientia compertum eſt. Quamcunque penumbram aut perturbationem tranſverſa priſmatis ſecundi refractio, forte in circulis, ex quibus imago compoſita eſt, effecerit; ea omnis penumbra aut perturbatio, in lineis rectis *a e* & *g l*, quas iſti circuli tangunt, conſpiceretur neceſſe eſt. Quamobrem, cum in iſtis lineis rectis nulla ſit hujuſmodi penumbra aut perturbatio; utique nec in ipſis circulis ulla eſt. Cum intervallum, quo iſtæ tangentes inter ſe diſtant, hoc eſt, latitudo imaginis, refractionibus non augeatur; conſequens eſt, neque circulorum diametros auctas eſſe. Cum iſtæ tangentes, adhuc lineæ rectæ ſint; utique ſinguli circuli qui a priori priſmate magis minuſve refracti fuerint, iidem accurate eadem proportione magis minuſve refracti ſunt a ſecundo. Denique cum hæc omnia adhuc eodem modo eveniant, ſi uſque tertio vel etiam quarto adjecto priſmate, radii iterum atque iterum refringantur in latus; liquet radios unius ejuſdemque circuli, univerſos inter ſe homogeneos eſſe; eorumque refrangibilitatem ſemper unius modi eſſe, ſuique plane conſimilem; radios autem diverſorum circulorum, refrangibilitate inter ſe differre; idque certa aliqua ac conſtanti proportione. Quod erat mihi comprobandum.

Reſtat adhuc unum alterumve hujus experimenti adjunctum, quo id adhuc clarius certiuſque effici poſſit. Collocetur ſecundum priſma D H, [*Fig.* 16.] non proxime poſt primum, ſed inter-

TAB. III.

Digitized by Google

interjecto aliquo intervallo; puta in medio ſpatii, quod primum priſma & parietem, quo oblonga imago P T excipiatur, interjacet: adeo ut lumen e primo priſmate incidat in ſecundum jam oblonga facta imago $\pi\tau$, huic ſecundo priſmati parallela; indeque refringatur in latus, ut imaginem oblongam *p t* in pariete depingat. His enim ita diſpoſitis, invenies, ut prius, imaginem *p t* inclinatam aliquantum ad eam imaginem P T, quam primum ſolum priſma, ſublato ſecundo, exhibet: Etenim cæruleæ ipſorum extremitates P & *p* longius inter ſe diſtabunt, quam extremitates rubræ T & *t*: conſequenter, qui radii maximam in primo priſmate refractionem paſſi, ad cæruleum extremum π imaginis $\pi\tau$ proficiſcuntur, eoſdem iterum in ſecundo priſmate, plus quam reliquos, refractos, obſervabis.

Rem eandem iterum hoc modo expertus ſum. Per duo parva rotunda foramina F [*Fig.* 17.] & φ in feneſtræ operculo pertuſa, lumen Solis in cubiculum tenebricoſum immiſi; appoſitiſque ad bina iſta foramina priſmatibus ſingulis A B C & $\alpha\beta\gamma$ inter ſe parallelis, binos luminis radios in oppoſitum cubiculi parietem ita refringendo projeci, ut binæ coloratæ imagines P T & M N in parietem depictæ, interjunctis in directum extremitatibus, in una eademque linea recta jacerent; extremo rubro T unius imaginis, & extremo cæruleo M alterius, ſe inter ſe contingentibus. Cum enim bini iſti refracti radii, adpoſito in tranſverſum tertio priſmate D H, iterum refringerentur in latus; imagineſque eo pacto in aliam partem parietis transferrentur; puta imago P T ad *p t*, & imago M N ad *m n*: hæ imagines jam alio tranſlatæ *p t* & *m n*, non amplius interjunctis in directum extremitatibus in una eademque, ut prius, linea recta jacebant; ſed disjunctæ erant, & inter ſe factæ parallelæ. Quippe cæruleum extremum *m* imaginis *m n*, majori refractione longius transferebatur e loco ſuo M T; quam rubrum extremum *t* alterius imaginis *p t*, ab eodem loco M T. Ex quo efficitur, ut hæc propoſitio nullam amplius dubitationem habeat, aut diſputandi locum. Porro idem erit experimenti exitus, ſive tertium priſma D H proxime TAB. IV.

 poſt

Digitized by Google

poſt bina priora, ſive majori interjecto intervallo, collocetur; ut lux in binis prioribus priſmatibus refracta, in tertium incidat vel alba & circularis, vel colorata & oblonga.

Experimentum VI.

Cum in duabus tabulis ligneis tenuioribus, foramina rotunda $\frac{1}{3}$ unciæ lata incidiſſem, inque feneſtræ operculo foramen feciſſem multo amplius, per quod largior Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum tranſmitteretur: in iſto radio, poſt feneſtræ operculum, priſma collocavi, quo lumen in parietem oppoſitum refringeretur: & proxime poſt iſtud priſma, tabularum alteram ita erectam ſtatui, ut luminis refracti pars media per foramen ipſius tranſmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interciperetur. Tum, interjecto circiter duodecim pedum intervallo, tabulam alteram ita erexi, ut pars media ejus refracti luminis, quod per tabulæ prioris foramen tranſmiſſum, in parietem oppoſitum incideret, jam per foramen hujus ſecundæ tabulæ itidem tranſmitteretur; reliquum autem lumen ex utraque parte foraminis interceptum, in hac ſecunda tabula coloratam Solis imaginem depictam exhiberet. Et proxime poſt hanc ſecundam tabulam priſma alterum collocavi, quo lumen per hujus foramen tranſmiſſum iterum refringeretur. Deinde ad feneſtram reverſus, priſmate priori circa axem ſuum lente hac illac converſo efficiebam, ut imago in tabula ſecunda depicta ſurſum deorſum ſuper ligno moveretur, quo ſingulæ ipſius partes per tabulæ iſtius foramen ex ordine tranſmiſſæ, in priſma poſterius inciderent. Quod dum fieret, notavi loca ea in oppoſito pariete, ad quæ id lumen, poſtquam in ſecundo priſmate refractum eſſet, ferretur. Et ex locorum iſtorum differentia, rem ita ſe habere comperi, ut qui radii a primo priſmate maxime refracti ad cæruleam imaginis extremitatem ferebantur, iidem iterum a ſecundo priſmate plus, quam id luminis quod ad rubram ejuſdem imaginis extremitatem ferretur, refringerentur. Qua quidem obſervatione tam

Digitized by Google

tam prima propoſitio, quam ſecunda, comprobatur. Hocque idem contigit, ſive axes duorum priſmatum inter ſe eſſent paralleli, ſive tum ad ſe invicem tum ad horizontem quovis dato angulo inclinarentur.

ILLUSTRATIO. Sit F [*Fig.* 18.] foramen majuſculum in feneſtræ operculo, per quod Solis lumen tranſmittatur ad primum priſma A B C: incidatque refractum lumen, in mediam partem tabulæ D E; iſtiuſque luminis pars media, in foramen G. Lumen per id foramen tranſmiſſum, incidat deinceps in mediam partem ſecundæ tabulæ *d e*, ibique oblongam coloratam Solis imaginem talem, qualem in tertio ſupra experimento deſcripſimus, depingat. Iſta imago, converſo lente hac illac circa axem ſuum priſmate A B C, movebitur ſurſum deorſum in tabula *d e*; eoque pacto fieri poterit, ut ſingulæ ipſius partes per tabulæ illius ſecundæ foramen *g* ordine tranſmittantur. Interea aliud priſma *a b c* poſt iſtud foramen *g* collocandum eſt; quo lumen per id foramen tranſmiſſum, denuo refringatur. His ita diſpoſitis, notavi in oppoſito pariete loca M & N, in quæ lumen refractum incideret: eaque obſervatione rem ita ſe habere comperi, ut dum binæ tabulæ & priſma ſecundum fixa immotaque manerent, iſta loca, converſo circa axem ſuum primo priſmate, aſſiduo mutarentur. Etenim cum pars inferior ejus luminis, quod in ſecundam tabulam *d e* incidebat, tranſmitteretur per foramen *g*; pergebat ea ad inferiorem in pariete locum M: cum autem ſuperior pars ejuſdem luminis, per foramen *g* tranſmitteretur; pergebat ea ad ſuperiorem in pariete locum N: cumque media aliqua pars ejuſdem luminis per idem foramen tranſmitteretur; pergebat ea ad locum aliquem in pariete medium inter M & N. Quoniam foraminum in tabulis poſitio nihil mutabatur; utique radiorum in ſecundum priſma incidentia, in hiſce omnibus caſibus, una atque eadem fuit. Attamen una eademque cum eſſet omnium incidentia; alii radiorum magis refringebantur, alii minus. Quique in priori priſmate majori refractione longius e via detorti fuerant; iidem in hoc ſecundo priſmate iterum magis refracti ſunt: Ac proinde, quum certa ac conſtanti ratione

TAB. IV.

Digitized by Google

ratione plus, quam reliqui, refringantur; merito appellari poſſunt *magis refrangibiles*.

EXPERIMENTUM VII.

Ad bina foramina in feneſtræ operculo, parvo intervallo inter ſe diſtantia, priſmata ſingula appoſui; quibus duæ oblongæ & coloratæ Solis imagines in oppoſito pariete (quomodo in tertio ſupra experimento factum eſt) depingerentur. Tum ante parietem, parvo ſpatio interjecto, chartam longam & exilem, lateribus rectis interque ſe parallelis, collocavi: & tum priſmata tum chartam ita diſpoſui, ut color ruber unius imaginis directo in unam partem dimidiam chartæ incideret, & color violaceus alterius imaginis directo in alteram partem dimidiam ejuſdem chartæ: adeo ut charta iſta bicolor videretur, rubra & violacea; ſimili fere ratione, ac charta illa in experimentis primo & ſecundo, quam colore rubro atque indico infeceram. Deinde parietem, qui poſt chartam erat, panno nigerrimo obtexi; nequid luminis inde reflecteretur, quo experimentum poſſet interturbari. Quibus ita diſpoſitis; chartam per tertium priſma ipſi parallelum inſpiciens, obſervabam dimidiam ipſius partem eam, quæ erat lumine violaceo illuſtrata, abruptam majori refractione, & quaſi reliqua charta abſciſſam videri; præſertim cum eam e longinquo inſpicerem. Cum enim nimis e propinquo inſpiciebam; chartæ dimidia non jam penitus inter ſe disjuncta videbantur, ſed angulo uno cohærentia; ut faciebat charta bicolor in primo experimento. Quod idem tum quoque accidebat, cum forte charta uterer nimium lata.

Interdum, chartæ loco, filo albo uſus ſum: idque, cum per priſma inſpiceretur, in duo fila inter ſe parallela diviſum videbatur: quomodo in ſchemate 19no depictum eſt; ubi DG [*Fig.* TAB. IV. 19.] repræſentat filum illuminatum lumine violaceo a D ad E, & lumine rubro ab F ad G; *de* autem, & *fg*, ſunt fili dimidia per priſma refractione inſpecta. Si alterum fili dimidium colore rubro perpetuo illuminetur, alterum autem coloribus omnibus ex

ordine:.

ordine: (quod facile fieri poteſt, efficiendo ut, priſmatum altero manente immoto, alterum circa axem ſuum convertatur:) jam filum per priſma ita ſe inſpiciendum exhibebit, ut dimidium ipſius id, quod erat omnibus ex ordine coloribus illuminandum, quum colore rubro illuminatum ſit, in eadem linea recta cum altero ejuſdem dimidio, eique in directum appoſitum videatur; quum autem colore aureo illuminatum ſit, tum ſeparari aliquantillum; quum colore flavo illuminatum ſit, ſeparari paulo longius; quum colore viridi, adhuc longius; quum cæruleo, adhuc longius; quum indico, etiam adhuc longius; quum violaceo ſaturo, longiſſime omnium. Ex quo clariſſime apparet, lumina variorum colorum varia eſſet refrangibilitate: idque eo ordine, ut color ruber omnium minime refrangibilis ſit, reliqui autem colores, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus, violaceus, gradatim & ex ordine magis magiſque refrangibiles. Quo quidem tam prima propoſitio, quam ſecunda, comprobatur.

Porro, coloratas imagines PT & MN, [*Fig.* 17.] refractionibus binorum priſmatum in cubiculo tenebricoſo depictas, ita diſpoſui, ut interjunctis extremitatibus, quomodo in quinto ſupra experimento expoſitum eſt, in directum in eadem linea recta jacerent: tumque eas per tertium priſma longitudini ipſarum parallelum inſpiciens, obſervabam eas non jam amplius in linea recta inter ſe continentes, ſed plane diſruptas videri; quomodo ad *pt* & *mn* depictæ ſunt: Quippe violaceum extremum *m* imaginis *mn*, majori refractione longius e loco ſuo priori MT tranſlatum eſt, quam rubrum extremum *t* alterius imaginis *pt*. TAB. IV.

Alio tempore, duas iſtas imagines PT [*Fig.* 20.] & MN ita diſpoſui, ut, rubro utriuſque extremo in alterius extremum cæruleum incidente, contrario colorum ſuorum ordine in unum ambæ conjungerentur; quomodo in oblonga figura PTMN depictæ ſunt. Tumque eas per priſma DH longitudini ipſarum parallelum inſpiciens, obſervabam eas non jam amplius in unum conjunctas, ut cum nudis oculis aſpicerentur, videri; ſed tan- TAB. IV.

 quam

Digitized by Google

quam duas inter ſe diverſas imagines pt & mn, in formam crucis decuſſatæ tranſverſas jacere. Ex quo apparet colorem rubrum unius imaginis & violaceum alterius, qui ad P N & M T in unum conjuncti fuerant, diſtractos jam majori refractione coloris violacei ad p & m quam rubri ad n & t, differre inter ſe refrangibilitate.

Illuminabam etiam parvum circulum chartaceum album, luminibus amborum priſmatum intermixtis. Cumque is colore rubro unius imaginis, & violaceo alterius, ita eſſet illuminatus, ut ex colorum iſtorum admixtione totus purpureus videretur; inſpiciebam eum per tertium priſma, primum parvo, dein majori intervallo interjecto. Et pro eo, ut a charta longius diſcedebam, imago ipſius per priſma inſpecta, inæquali duorum colorum intermixtorum refractione paulatim diſtrahebatur; tandemque in duas diſtinctas imagines plane diviſa eſt, alteram rubram, violaceam alteram, quarum ea, quæ erat violacea, longius, quam rubra, ab ipſa charta diſtabat; & conſequenter majorem paſſa fuerat refractionem. Cum porro priſmatum in feneſtra poſitorum illud, quo lumen violaceum in chartam projectum fuerat, ſublatum eſſet; imago violacea e conſpectu ſe continuo ſubripuit: e contrario, cum alterum priſma ſublatum eſſet, imago rubra evanuit. Ex quo apparet duas haſce imagines nihil aliud fuiſſe, quam lumina binorum priſmatum ſuper chartam purpuream primo intermixta, deinde autem inæqualibus ſuis refractionibus in tertio priſmate, per quod charta inſpiceretur, iterum ſeparata. Illud etiam notatu erat digniſſimum: ſi priſmatum, quæ erant ad feneſtram, alterutrum, puta id quo lumen violaceum in chartam projectum erat, ita circa axem ſuum converteretur, ut colores ſinguli, violaceus, indicus, cæruleus, viridis, flavus, aureus & ruber, ab iſto priſmate in chartam ex ordine projicerentur; imago violacea colorem ſuum congruenter immutabat, ſeque in colorem indicum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum, ordine convertebat; & pro eo ut colorem ſuum mutabat, appropinquabat paulatim ad imaginem rubram ab altero priſmate projectam; donec, quum ipſa tandem rubra

Digitized by Google

rubra itidem evaderet, ambæ in unum plane conjungebantur.

Adhæc, duos circulos chartaceos, parvo admodum intervallo inter ſe diſtantes, ita collocavi, ut in unum eorum, lumen ex uno priſmate rubrum; & in alterum, lumen ex altero priſmate cæruleum, incideret. Circuli iſti, diametro uncias ſingulas continebant: & poſt eos, paries nigro panno obtectus erat; ne quid luminis inde reflecteretur, quo experimentum poſſet interturbari. Circulos hoc modo illuminatos per priſma inſpexi ita collocatum, ut refractio fieret verſus eam partem, ubi circulus ruber eſſet poſitus. Et pedetentim retrocedens, circulos iſtos pro eo, ac ipſe gradum referrem, ad ſe invicem paulatim appropinquare, tandemque in unum plane coire videbam: cumque deinceps adhuc longius recederem, illi in partes contrarias, ac prius, diſtrahebantur; quippe circulus violaceus majori refractione rubrum prætervectus, etiam ulterius ferebatur.

EXPERIMENTUM VIII.

Tempore æſtivo, cum lumen Solis fortiſſimum eſſe ſolet, priſma ad feneſtræ operculi foramen, ſicuti in tertio ante experimento feceram, collocavi; ita tamen, ut axis priſmatis parallelus eſſet axi terræ: & ad oppoſitum parietem, in refracto Solis lumine, librum apertum ſtatui. Tum intervallo ſex pedum duarumque unciarum a libro, lentem ſupra memoratam erexi; qua lumen a libro reflexum, ſimili iterum ſex pedum duarumque unciarum intervallo ultra lentem in unum colligeretur; ibique libri imaginem in chartæ albæ plagula ſic, quomodo fere in ſecundo ſupra experimento factum eſt, depingeret. Quibus ita diſpoſitis; lenteque ac libro, ne loco moverentur, fixis; notavi accurate quo in loco chartæ albæ plagula tum eſſet poſita, cum literæ in libro impreſſæ, rubro intenſiſſimo ſolaris imaginis in librum incidentis lumine illuſtratæ, ſui imagines in charta iſta quam diſtinctiſſime depictas exhiberent. Deinde expectans, donec motu Solis, & conſe-

quenter motu imaginis libro exceptæ, colores omnes a rubro illo ad uſque medium cæruleum ſuper literas eaſdem tranſirent: cum literas iſtas colore cæruleo viderem illuminatas, notavi iterum quo in loco charta alba jam poſita eſſet, quum literæ cæruleo lumine illuſtratæ, ſui imagines in eadem quam diſtinctiſſimas depingerent: inveniquc chartam jam unciarum circiter $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$ intervallo, propius, quam ante, a lente abeſſe. Quare eo intervallo, quod eſt unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$, lumen id, quod erat violaceum imaginis extremum, citius propter majorem refractionem, quam id quod erat rubrum ejuſdem extremum, coactum & in unum collectum eſt. Verum in hoc experimento capiendo, id præcipue mihi agendum duxi, ut cubiculum, quam poſſet maxime, tenebricoſum eſſet factum. Si enim adventitii ullius luminis admixtione, colores iſti languidiores dilutioreſque fiant; jam minori intervallo inter ſe diſtabunt foci ante dicti. In ſecundo experimento, ubi colores ii adhibebantur, qui erant corporum naturalium; horum focorum intervallum, propter colorum iſtorum imperfectionem, ſeſqui-unciam non excedebat. In hocce autem experimento, ubi colores priſmatis adhibebam, qui manifeſto largiores, clariores, & saturatiores ſunt, quam colores corporum naturalium; id intervallum erat unciarum $2\frac{3}{4}$. Quod ſi adhuc largiores vividioreſque colores adhiberi poſſent; nihil dubito, quin id intervallum multo adhuc majus eſſet futurum. Etenim coloratum priſmatis lumen, cum propter circulorum ſupra in ſecundo experimenti quinti ſchemate deſcriptorum permixtionem, tum propter luminis nubium prope Solem clariorum ſe plerunque intrudentis acceſſionem, radioſque inſuper fortuitis faciernm priſmatis inæqualitatibus undique diſperſos & coloribus ſeſe intermiſcentes; propter has, inquam, cauſas, coloratum priſmatis lumen adeo erat compoſitum, ut colorum iſtorum fuſcorum nubilorumque, indici & violacei, imagines in charta depictæ, debiliores minuſque diſtinctæ fuerint, quam ut ſatis accurate obſervari poſſent.

EXPE-

Digitized by Google

EXPERIMENTUM IX.

Priſma, cujus bini anguli ad baſim æquales inter ſe ſemirectique eſſent, tertius autem rectus; collocavi in Solis luminis radio per feneſtræ operculi foramen, ſicuti in tertio ſupra experimento dictum eſt, in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſo. Converſoque lente circa axem ſuum priſmate, donec id omne lumen, quod initio per alterum angulorum ejus tranſmiſſum in eoque refractum fuerat, mox a baſi, qua uſque adhuc e vitro exierat, reflecti cœperit; obſervabam radios, qui maxime refracti fuiſſent, eoſdem citius quam reliquos reflecti. Quocirca mecum ita reputabam; radiorum reflexi luminis, qui maxime eſſent refrangibiles, eos omnium primos totali reflexione copioſiores in iſto lumine quam reliquos adeſſe; reliquos autem deinceps, totali itidem reflexione, æque, ac hos, copioſos reflecti. Ut hoc, utrum ita ſe haberet, necne, experirer; lumen reflexum per aliud deinceps priſma ita trajeci, ut in eo refractum, incideret deinde in chartæ albæ plagulam poſt id priſma interjecto aliquo intervallo collocatam; ibique, ut ſolet, colores refractione depingeret. Tum converſo circa axem ſuum, uti ſupra dictum eſt, priori priſmate; rem ita ſe habere comperi, ut cum radii illi, qui in iſto priori priſmate maxime refracti fuiſſent, cæruleique & violacei viſi eſſent, ex toto reflecti cœperint; lumen ſuper charta cæruleum & violaceum, quod itidem in ſecundo priſmate maxime refractum fuerat, manifeſto plus augeri videretur, quam rubrum & flavum quod minus refractum fuerat: & deinde, cum reliquum lumen, quod erat viride, flavum, & rubrum, cœperit in primo priſmate in totum reflecti; lumen itidem eorundem colorum ſuper charta, acceſſionem ſibi faceret non minorem, quam ante ſibi feciſſent cæruleum & violaceum. Ex quo apparet, radium iſtum luminis, baſi priſmatis reflexum; quum primo radiorum maxime refrangibilium, & deinde eorum qui fuerint minus refrangibiles, acceſſione auctus ſit; utique compoſitum

E 3 eſſe

Digitized by Google

eſſe ex radiis diverſe refrangibilibus. Tale autem omne reflexum lumen, quin ejuſdem plane naturæ ſit ac id quod directo e Sole fluxerat antequam in baſin priſmatis incideret, nemo eſt qui dubitet: quippe in hoc fere omnes conveniunt, lumen iſtiuſmodi reflexionibus nullam omnino modificationum ſuarum proprietatumve ſubire mutationem. Refractionum, quæ in faciebus prioris priſmatis fieri potuiſſent, nullam hic mentionem habeo; quia radii in priorem faciem ad perpendiculum ingreſſi, & ad perpendiculum itidem egreſſi e ſecunda, non fuerunt refracti. Cum igitur Solis lumen incidens, ejuſdem plane generis ejuſdemque naturæ ſit, ac lumen e priſmate poſt reflexionem emergens; lumenque emergens, e radiis diverſe refrangibilibus manifeſto compoſitum ſit; utique efficitur, ut lumen incidens ſimiliter compoſitum fuerit.

TAB. IV. *ILLUSTRATIO.* In ſchemate 21mo, A B C eſt primum priſma; B C, ejus baſis; B & C, anguli ad baſim inter ſe æquales, graduum quadragenum quinum; A, rectangulus ejuſdem vertex; F M radius ſolis, per foramen F tertia unciæ parte latum, in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſus; M, punctum incidentiæ ipſius in baſim priſmatis; M G, radius minus refractus; M H, radius magis refractus; M N, radius luminis a baſi reflexus; V X Y, alterum priſma, quo lumen inter tranſeundum refringitur; N *t*, luminis hujuſce pars minus refracta; & N *p*, ejuſdem pars magis refracta. Quum primum priſma A B C convertitur circa axem ſuum eam in partem, quam denotat ordo literarum A B C; radii M H magis magiſque oblique ex iſto priſmate emergunt, donec; poſtquam qua potuerint ſumma obliquitate emerſerunt, reflectuntur tandem ad N; indeque ad *p* pergentes, adjungunt ſe ad radios N *p*. Deinde, continuando priſmatis primi motum, radii M G itidem reflectuntur ad N; & acceſſionem adferunt ad radios N *t*. Quare lumen M N recipit in ſui compoſitionem, primo radios maxime refrangibiles, deinde eos etiam qui ſint minus refrangibiles. Nihilo tamen minus, poſtquam ita compoſitum ſit, adhuc ejuſdem plane naturæ eſt ac directa Solis lux F M; quippe in qua reflexio baſis ſpecularis B C, nullam effecerit mutationem.

EXPE-

Digitized by Google

EXPERIMENTUM X.

Bina priſmata, forma atque magnitudine conſimilia, ita colligavi, ut, axibus lateribuſque inter ſe ex oppoſito parallelis, parallelopipedon conficerent. Id parallelopipedon, in radio Solis per parvum feneſtræ operculi foramen in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſo, interjecto aliquo intervallo, ea poſitione collocavi, qua priſmatum axes radiis incidentibus objecti eſſent ad perpendiculum; radiique incidentes in primam faciem unius priſmatis, & tranſmiſſi per binas contiguas facies amborum priſmatum, emergerent tandem ex ultima facie poſterioris priſmatis. Hæc ultima facies, cum parallela eſſet primæ faciei prioris priſmatis, effecit ut lumen emergens atque incidens inter ſe eſſent parallela. Tum, poſt bina iſta priſmata, tertium collocavi; quo lumen e prioribus emergens refringeretur; eaque demum refractione colores, uti fieri ſolet, in oppoſito pariete, vel in chartæ albæ plagula modico ultra id priſma intervallo ad excipiendum lumen refractum collocata, depingerentur. His ita diſpoſitis, Parallelopipedon lente circa axem ſuum convertebam. Cumque contiguæ binorum priſmatum facies, radios ſibi incidentes jam adeo oblique exciperent, ut radii iſti in totum reflecti cœperint: radii, qui in tertio priſmate maxime refracti fuerant, chartamque colore violaceo & cæruleo inſecerant, iidem jam omnium primi reflexione totali e lumine tranſmiſſo tollebantur: dum reliqui adhuc tranſmitterentur, coloreſque, ut antea, viridem, flavum, aureum & rubrum, in charta depictos exhiberent: Poſtea autem, continuato binorum priſmatum inter ſe colligatorum motu, reliqui itidem radii reflexione totali, pro ſua cujuſque refrangibilitate, ordine tollebantur. Itaque lumen, quod e binis priſmatibus emerſit, compoſitum erat ex radiis diverſe refrangibilibus: quippe e quo radii magis refrangibiles, manentibus adhuc iis qui minus refrangibiles ſint, tolli potuerint. Jam vero id lumen, cum per parallelas ſolummodo binorum priſmatum facies trajectum fuerit; ſiquam ex unius ſuperficiei refractione mutationem id ſubiiſſe fingas; at illam omnem quæcunque

Digitized by Google

cunque eſt impreſſionem, jam ex contraria alterius ſuperficiei refractione depoſuerit oportet; eoque pacto in priſtinum ſuum ſtatum reſtitutum eſſe neceſſe eſt; ejuſdemque omnino naturæ, ac antequam in iſta priſmata incideret, jam eſſe factum. Sequitur igitur, id lumen, etiam antea, æque ac poſt, quam in priſmata incideret, ex radiis diverſe refrangibilibus compoſitum fuiſſe.

TAB. IV. *ILLUSTRATIO.* In ſchemate 22do ABC & BCD ſunt bina priſmata, in parallelopipedi formam colligata; lateribus BC & CB contiguis; lateribus autem AB & CD inter ſe parallelis. Et HIK eſt tertium priſma, quo Solis lumen, in cubiculum tenebricoſum per foramen F immiſſum, & deinceps per binorum priſmatum facies AB, BC, CB & CD trajectum, refringitur demum in O ad chartam albam PT, ſuper qua partim ad P majori refractione, partim ad T minori refractione, & partim ad R aliaque media loca refractionibus intermediis fertur. Jam convertendo parallelopipedon ACBD circa axem ſuum eam in partem, quam denotat ordo literarum A, C, D, B: efficietur ut quum facies contiguæ BC & CB, radios FM, ſibi in M incidentes ſatis jam oblique excipiant; evaneſcant continuo e lumine refracto OPT, primo radii maxime refracti OP, (reliquis OR & OT adhuc, ut prius, manentibus;) deinde radii OR reliquique mediocriter refracti, & poſtremo radii minime omnium refracti OT. Etenim cum facies BC radios ſibi incidentes ſatis jam oblique excipiat; radii iſti inde ex toto reflecti incipient ad N; idque ea lege, ut radii maxime refrangibiles omnium primi in totum reflectantur, (quomodo in ſuperiori ante experimento expoſitum eſt,) & conſequenter primi ad P evaneſcant neceſſe ſit; reliqui autem, quo ordine in totum reflectuntur ad N, eodem ordine ad R & T evaneſcant. Itaque radii qui in priſmate O maxime refringuntur, tolli poſſunt e lumine MO, dum reliqui adhuc ſuperſunt: ac proinde id lumen MO, compoſitum eſt ex radiis diverſe refrangibilibus. Et quoniam facies AB & CD inter ſe parallelæ ſunt; & conſequenter æqualibus & contrarias in partes factis refractionibus ſuos ipſarum invicem

Digitized by Google

invicem effectus, quicunque ii fuerint, deſtruant retexantque neceſſe eſt: utique lumen incidens F M, neceſſario ejuſdem generis ejuſdemque naturæ erit, ac lumen emergens M O; & proinde ipſum itidem ex radiis compoſitum erit diverſe refrangibilibus. Duo iſta lumina F M & M O, antequam radii maxime refrangibiles e lumine emergente M O ſeparentur, tum colore tum reliquis omnibus, quantum ego quidem obſervare potuerim, proprietatibus inter ſe plane conveniunt. Merito igitur ejuſdem eſſe generis ejuſdemque naturæ exiſtimentur: & proinde ambo conſimili ratione ſunt compoſita. Verum ſimul ac primum radii maxime refrangibiles ex toto reflecti cœperint, eoque pacto a lumine emergente M O ſeparari; id lumen continuo colorem ſuum immutat; albumque cum eſſet, jam dilutius fit primo & ſubflavum, deinde aureum, poſtea rubrum ſaturatius, & poſtremo penitus evaneſcit. Nam poſtquam radii maxime refrangibiles, qui chartam ad P colore purpureo infecerant, e lumine M O totali reflexione ſublati ſunt; reliqui colores ſuper charta ad R & T, permixti in lumine MO, conficiunt jam in iſto radio colorem ſubflavum. Cum porro radii cærulei & ex parte etiam virides, qui ſuper charta inter P & R viſi fuerant, ſublati ſunt; reliqui inter R & T (hoc eſt, flavi, aurei, rubri, & viridium nonnulli,) permixti in lumine M O, conficiunt jam in iſto radio colorem aureum. Cum denique, reliquis omnibus reflexione e lumine M O ſublatis, radii minime refrangibiles, qui ad T colore rubro ſaturatiori apparuerant, ſoli ſuperſunt; horum radiorum jam idem plane color eſt in lumine MO, qui fuerat eorundem ſuper charta in T: quippe refractio priſmatis H I K id ſolummodo effecerit, ut radii diverſe refrangibiles a ſe invicem ſepararentur, nequaquam autem ut colores ipſorum ullo modo mutarentur; id quod infra uberius comprobabitur. Quibus omnibus obſervationibus tam prima propoſitio, quam ſecunda, confirmatur.

SCHOLIUM. Si hoc & ſuperius experimentum in unum conjungantur, adhibendo quartum priſma VXY, [*Fig.* 22.] TAB. IV.

F quo

quo radius reflexus MN refringatur ad *tp*; clarius adhuc ſequetur id, quod erat inferendum. Etenim hoc pacto id luminis N*p*, quod in quarto priſmate plus quam reliquum lumen refringitur, clarius & illuſtrius tum efficietur, cum lumen OP, quod in tertio priſmate HIK itidem maxime refractum eſt, evaneſcet ad P. Poſtea autem, cum lumen minus refractum OT evaneſcet ad T, lumen minus refractum N*t* ſimiliter augebitur; dum lumini magis refracto, quod eſt ad *p*, nulla amplius adferatur acceſſio. Et ſicut radius trajectus MO, inter evaneſcendum ſemper eum colorem habet, qui ex colorum in chartam PT incidentium permixtione oriri debeat: ita radius reflexus MN, ſemper eum colorem habebit, qui oriri debeat ex illorum colorum permixtione, qui incidant in chartam *pt*. Quando enim radii maxime refrangibiles e lumine trajecto MO totali reflexione ſublati ſunt, indeque illud lumen coloris aurei evadit: nimia radiorum iſtorum exinde in lumine reflexo admixta proportio efficit, non modo ut colores violaceus, indicus, & cæruleus, qui ſunt ad *p*, denſiores clarioreſque fiant; verum etiam ut radius MN, amiſſo colore illo ſubflavo, qui eſt Solis luminis color, alborem jam induat ad cæruleum accedentem: Qui tamen idem radius ſubflavum ſuum colorem iterum recuperet, ſimul ut reliquum luminis tranſmiſſi MOT itidem reflectatur.

Quoniam igitur in hac tanta experimentorum varietate: ſive lumen adhibeatur reflexum; idque vel a corporibus naturalibus, ut in experimentis primo & ſecundo; vel ſpecularibus, ut in nono: ſive lumen adhibeatur refractum; idque vel antequam radii inæqualiter refracti divergendo a ſe invicem ſeparentur, amiſſaque ea qua erant univerſi albitudine, ſuum jam ſinguli colorem exhibeant, ut in quinto experimento; vel poſtquam a ſe invicem ſeparati ſunt coloratique videntur, ut in ſexto, ſeptimo, & octavo: ſive lumen adhibeatur trajectum per ſuperficies inter ſe parallelas, quæ ſuos ipſarum effectus, quicunque ii ſint, invicem retexant, ut in experimento decimo: Quoniam, inquam, in hiſce omnibus experimentis, ſemper

inveniuntur

inveniuntur radii, qui in iiſdem incidentiis ſuper unum idemque medium inæqualiter refringantur; idque ſine ulla diffuſione aut dilatatione radiorum ſingulorum, ullave refractionum inæqualitate tali, quæ poſſit caſu accidere, ut in experimentis quinto & ſexto probavimus: Et quoniam radii, qui inter ſe refrangibilitate differunt, ſecerni invicem & ſegregari poſſunt; idque vel refractione, ut in tertio experimento; vel reflexione, ut in decimo; tumque varia ſeorſum radiorum genera, iiſdem poſitis incidentiis, inæqualiter refringuntur; quique ante ſeparandum plus cæteris refringebantur radii, iidem plus etiam poſtea refringuntur, ut in ſexto & ſequentibus experimentis; &, ſi Solis lumen per tria plurave priſmata ſibi invicem in tranſverſum poſita ex ordine refringatur, qui radii in primo priſmate plus quam reliqui refracti fuerint, iidem in cæteris quoque omnibus priſmatibus conſimili proportione plus quam reliqui iterum refringentur; ut ex quinto experimento liquet: Ex his, inquam, omnibus abunde apparet, Solis lumen heterogeneam eſſe radiorum mixturam, quorum alii magis, alii minus refrangibiles ſint; idque certa aliqua ac conſtanti ratione. Quod erat mihi comprobandum.

PROPOSITIO III. Theorema III.

Lumen Solis conſtat ex radiis, qui reflexibilitate inter ſe differunt: & qui radii magis refrangibiles ſunt, iidem quoque ſunt magis reflexibiles.

Liquet hoc ex nono decimoque experimentis. In nono enim experimento, cum priſma circa axem ſuum uſque eo converſum eſſet, donec radii intra priſma, qui in tranſeundo e priſmate in aërem adhuc à baſi ejus refracti fuiſſent, jam in iſtam baſim adeo oblique inciderent, ut in totum inde reflecti cœperint; ii radii omnium primi in totum reflectebantur, qui ante, iiſdem poſitis omnium incidentiis, maxime

 xime

xime fuerant refracti. Hocque idem accidit in reflexione radiorum a communi binorum priſmatum baſi, in decimo ſupra experimento memorata.

PROPOSITIO IV. PROBLEMA I.

Separare a ſe invicem heterogeneos luminis compoſiti radios.

Radii heterogenei a ſe invicem quadantenus ſeparati ſunt refractione priſmatis in tertio experimento: & in quinto experimento, auferendo penumbram a rectilineis coloratæ imaginis lateribus, ea ſeparatio, in iſtis ipſis rectilineis lateribus ſive marginibus imaginis, perfecta fit. Verum in omni parte imaginis inter iſta rectilinea latera, innumeri illi circuli in quinto ſupra experimento deſcripti, quorum ſinguli ſingulis radiorum generibus illuminati ſunt, ſe inter ſe omni ex parte commiſcendo efficiunt, ut lumen ſatis admodum compoſitum ſit. Quod ſi jam circulorum illorum diametri, centrorum ſitu atque intervallis nihil mutatis, diminui poſſent; utique permixtio ipſorum inter ſe, & conſequenter radiorum heterogeneorum mixtura, conſimili proportione diminueretur. Sint
TAB. V. enim, in ſchemate 23°, AG, BH, CI, DK, EL, & FM, circuli, quos totidem radiorum genera ex uno eodemque Solis globo fluentia, uti in tertio ſupra experimento dictum eſt, ſingula ſingulos illuminant: ex quibus omnibus, aliiſque innumeris intermediis ordine continuo inter duo rectilinea & parrallela oblongæ Solis imaginis PT latera diſpoſitis circulis, imago iſta, quomodo in quinto ſupra experimento expoſuimus, compoſita eſt. Sintque *ag*, *bh*, *ci*, *dk*, *el*, & *fm*, totidem minores circuli, ordine conſimili inter duas parallelas lineas rectas *af* & *gm* diſpoſiti; ſimilibus centrorum ſuorum intervallis; ſimilibuſque, ac majores circuli, radiorum generibus illuminati: hoc eſt, ſit circulus *ag* eodem genere radiorum, ac circulus AG ſibi ordine reſpondens, illuminatus; item circulus *bh* eodem genere radiorum, ac circulus BH; & ſimi-
liter

liter ſinguli circuli *c i, d k, e l* & *f m* comparate, iiſdem generibus radiorum, ac circuli CI, DK, EL, & FM. Jam in ſchemate P T ex circulis majoribus conſtante, terni iſtorum circulorum, AG, BH, CI, adeo in ſe invicem diffuſi permiſcentur, ut tria radiorum genera quibus circuli iſti illuminati ſunt, una cum aliis innumeris radiorum intermediorum generibus, inter ſe ad QR in medio circuli BH penitus commixta ſint: & conſimilis fere per totam ſchematis P T longitudinem invenitur permixtio radiorum. Atqui in ſchemate *p t* ex circulis minoribus conſtante, terni minores circuli *a g*, *b h*, *c i*, ternis illis majoribus ordine reſpondentes, non in ſe invicem diffunduntur; neque ulla ſui parte in ſe commixta habent ne bina quidem ex tribus illis radiorum generibus, quibus hi circuli illuminantur, quæque in altero ſchemate P T inter ſe omnia penitus intermixta ſunt ad B H.

Qui igitur rem hoc modo conſideraverit, is facile intelliget, radiorum permixtionem eadem proportione diminui, ac diametros circulorum. Si, eiſdem manentibus centrorum intervallis, diametri circulorum tribus tantis minores fiant, quam fuerant antea; permixtio radiorum, itidem tribus tantis minor fiet: Si circulorum diametri, decies tanto minores fiant; radiorum permixtio itidem decies tanta minor evadet: & ſimiliter, in alia omni proportione. Hoc eſt, mixtura radiorum in majori ſchemate P T, ad mixturam eorum in minori *p t*, eam proportionem habebit, quam habet latitudo majoris ſchematis ad latitudinem minoris. Etenim latitudines horum ſchematum, æquales ſunt diametris circulorum. Ex quo facile conſequens eſt, permixtionem radiorum in refracta imagine *p t*, ad permixtionem radiorum in directo & integro Solis lumine, eam proportionem habere, quam habet latitudo iſtius imaginis ad differentiam longitudinis & latitudinis ſuæ.

Quare, ut radiorum permixtionem diminuere poſſimus, diminuendæ ſunt diametri circulorum. Hoc autem ita facere poterimus, ſi Solis diameter, cui iſti circuli reſpondent, minor reddi queat; vel (quod eodem recidit) ſi foris inter priſma &

F 3 Solem,

Digitized by Google

Solem, magno interjecto intervallo, aliquod opacum corpus ita ſit collocatum, ut, intercepto reliquo omni Solis lumine, id duntaxat luminis, quod e medio Solis globo fluit, per parvum rotundum foramen in iſto opaco corpore tranſmittatur ad priſma. Etenim hoc pacto, circuli A G, B H, cæterique eis adjuncti, non jam amplius toti Solis globo reſpondebunt; ſed ei ſolummodo ipſius parti, quæ e priſmate per id foramen cerni poſſit; hoc eſt, apparenti magnitudini foraminis iſtius e priſmate ſpectati. Verum, quo hi circuli magis diſtincte iſti foramini reſpondeant, lentem inſuper prope priſma collocatam oportet, qua foraminis imago (hoc eſt, unuſquiſque circulorum A G, B H, *&c.*) diſtincte in charta P T depingatur; eodem modo ac lente in feneſtra collocata, rerum foris objectarum imagines diſtincte in charta intra cubiculum depictæ exhiberi ſolent; & quomodo in quinto ſupra experimento rectilinea oblongæ Solis imaginis latera diſtincta erant reddita, ac ſine penumbra. Atque hoc ſi fiat; jam nihil neceſſe erit ut id foramen longe remotum ſit, ne quidem ultra feneſtram. Quamobrem, loco illius foraminis, foramine in ipſo feneſtræ operculo, quomodo jam infra exponetur, uſus ſum.

EXPERIMENTUM XI.

In Solis radio per parvum rotundumque feneſtræ operculi foramen in cubiculum tenebricoſum immiſſo, lentem, intervallo circiter decem duodecimve pedum a feneſtra, erexi; qua foraminis imago in chartæ albæ plagula, intervallo ſex, octo, decem, duodecimve pedum ultra lentem collocata, diſtincte depingeretur. Nam pro varia lentium forma, chartam variis interjectis intervallis, quæ ſingulatim memorare operæ pretium non erit, objiciebam. Deinde, proxime poſt lentem, priſma interpoſui; quo lumen trajectum refringeretur vel ſurſum verſus, vel in latus; eoque pacto imago rotunda, quam lens ſola in chartam projecerat, jam in oblongam imaginem lateribus inter ſe parallelis definitam, qualem in tertio ſupra experimento deſcri-

deſcripſimus, produceretur. Oblongam iſtam imaginem alia charta, eodem fere, ac prius, interjecto a priſmate intervallo, excepi. Movebam autem chartam ultro citroque uſque eo, donec charta & priſma juſto inter ſe ſpatio diſtarent, quo rectilinea imaginis latera quam maxime diſtincta apparerent. Cum enim hoc accideret; rotundæ foraminis imagunculæ, ex quibus tota iſta imago eodem modo compoſita erat ac imago *p t* [*Fig.* 23.] ex circulis *a g*, *b h*, *c i*, &c; terminis maxime diſtinctis finiebantur ſine ulla penumbra: ideoque in ſe invicem quam poſſent minime commiſcebantur; & conſequenter radiorum heterogeneorum permixtio jam omnium minima erat. Hoc pacto, ex rotundis foraminis imaginibus, quales ſunt *a g*, *b h*, *c i*, &c. oblongam imaginem, qualis eſt *p t*, [*Fig.* 23 *&* 24,] formare ſolebam: & ampliando aut minuendo foramen in feneſtræ operculo, efficiebam ut rotundæ imagines *a g*, *b h*, *c i*, &c, ex quibus oblonga ea imago compoſita erat, dilatarentur aut contraherentur, ut mihi libitum eſſet; indeque ut radiorum mixturura in imagine *p t* tam magna tamve parva eſſet, quam ipſe cuperem. TAB. V.

ILLUSTRATIO. In ſchemate 24to, F repræſentat rotundum foramen in feneſtræ operculo: M N lentem, qua imago iſtius foraminis diſtincte in charta I depicta exhibetur; A B C priſma, quo radii, ſimul ut e lente emerſerint, refringuntur ab I ad aliam chartam *p t*; ibique rotunda imago I convertitur in oblongam imaginem *p t*. Ea imago *p t*, conſtat ex circulis in una eademque linea recta ordine continuo diſpoſitis; quomodo in quinto ſupra experimento ſatis explicatum eſt. Qui quidem circuli, æquales ſunt circulo I; & conſequenter foramini F magnitudine reſpondent. Quamobrem minuendo id foramen, hi circuli, iiſdem adhuc manentibus centrorum intervallis, in quam libuerit parvitatem contrahi poterunt. Atque hoc quidem pacto effeci, ut latitudo imaginis iſtius *pt*, quadraginta vel etiam ſexaginta interdum aut ſeptuaginta partibus ſuperaretur longitudine ſua. Exempli gratia: ſi latitudo foraminis F, ſit $\frac{1}{10}$ unciæ; & M F, intervallum quo foramen & lens. TAB. V.

Digitized by Google

lens inter ſe diſtant, ſit 12 pedum; & *p* B aut *p* M, diſtantia imaginis *p t* a priſmate aut lente, ſit 10 pedum; & angulus refringens priſmatis, 62 graduum: utique latitudo imaginis *p t* erit $\frac{1}{12}$ unciæ, longitudo autem ejus circiter ſex ipſas uncias complectetur. Quare longitudo ejus ad latitudinem, erit ut 72 ad 1: & conſequenter lumen hujus imaginis ſemel & ſeptuagies tanto, quam directum Solis lumen, minus erit compoſitum. Hujuſmodi autem lumen, ſatis quidem ſimplex & homogeneum æſtimari poſſit, ad omnia experimenta quæ in hoc libello circa lumen ſimplex verſari videantur. Etenim adeo puſillum eſt quod in hoc lumine admixtum ſit radiorum heterogeneorum, ut ſenſu percipi vix poſſit: niſi forte in coloribus indico & violaceo; quibus, ut ſunt colorum fuſciores, perpaululum id quoquoverſus diſperſi luminis, quod priſmatis inæqualitatibus irregulariter refringi ſolet, facile aliquam immutationem adſerre queat.

Attamen, loco rotundi foraminis F, melius adhiberi poterit foramen oblongum, forma oblongi parallelogrammi, cujus longitudo parallela ſit priſmati A B C. Si enim hujuſmodi foramen, longum ſit uncia una aut duabus; latum autem $\frac{1}{10}$ ſolummodo aut $\frac{1}{20}$ unciæ, aut etiam minus eo: lumen imaginis *p t* æque, vel etiam magis, quam in priori caſu, ſimplex erit; ſimulque imago latior multo, & proinde ad experimenta aptior.

Porro, foraminis hujuſce parallelogrammi loco, adhiberi poterit foramen triangulum, binis lateribus inter ſe æqualibus; cujus baſis, exempli gratia, ſit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ; altitudo autem, uncia una aut plus eo. Etenim hoc pacto, ſi priſmatis axis ſit

TAB. V. parallelus ad trianguli perpendicularem, imago *p t* [*Fig.* 25.] jam compoſita erit ex triangulis æquicruris *a g*, *b h*, *c i*, *d k*, *e l*, *f m*, *&c.* aliiſque inumeris intermediis triangulis, foramini triangulari forma & magnitudine reſpondentibus, & inter duas lineas parallelas *a f* & *g m* ordine continuo diſpoſitis. Quæ quidem triangula a baſibus ſuis nonnihil inter ſe commixta erunt; a verticibus autem, nequaquam. Quare lumen a clariori imaginis latere *a f*, ubi triangulorum baſes ſitæ ſunt, erit quidem aliquantum compoſitum; a latere obſcuriori autem *g m*, plane ſimpli-

Digitized by Google

ſimpliciſſimum; & in omni parte imaginis inter iſta latera, pro eo ut a latere obſcuriori *g m* diſtet, magis minuſve compoſitum. Atque talem quidem imaginem *p t*, ubi ſemel comparaveris; varia experimenta capere licebit, vel in clariori ac minus ſimplici ipſius lumine a latere *a f*, vel in obſcuriori ac ſimpliciori lumine a latere *g m*, ut libitum fuerit.

Verum in hujuſmodi experimentis capiundis, id omnino agendum eſt, ut cubiculum quam poſſit maxime tenebricoſum fiat; nequid luminis ſeſe imaginis *p t* lumini extrinſecus admiſcens, compoſitum id reddat: & præſertim, ſi experimenta capiunda ſunt in ſimpliciori iſto lumine. quod eſt a latere *g m*; quod, cum debilius languidiuſque ſit, utique minorem proportionem habebit ad lumen extrinſecus adveniens, & proinde admixtione iſtius luminis magis interturbabitur compoſitumque reddetur. Oportet etiam ut lens ſit bona. qualis in conſpicillis tubulatis adhiberi ſolet: inſuper ut priſma ſit angulo largiori, puta 65 aut 70 graduum; beneque factum, ex vitro bullis venuliſque immuni, & faciebus non, ut fit, convexis aliquantum aut concavis, ſed accurate planis: item ut ſumma cum cura perpolitum ſit, quomodo vitra ad conſpicilla tubulata poliuntur; non autem, uti vulgo fit, ſtanno uſto ſolummodo leviter defrictum; quo cum foraminum ab arena reſtantium margines detriti ſint, vitri facies adhuc innumeris perparvis lævibuſque prominentiis aliquantulum convexis undatim criſpa manet. Præterea. priſmatis acies angulatæ. lentiſque extremitates, quatenus irregularem aliquam refractionem efficere poſſent, charta nigra adglutinata obtegi debent. Radiique ſolaris in cubiculum tranſmiſſi lumen id omne, quod ad experimentum erit inutile. charta nigra aliove aliquo nigro objecto corpore omnino intercipiendum eſt. Alioqui enim lumen id inutile. quaquaverſus in cubiculo reflexum, immiſcebit ſeſe imagini oblongæ, eamque nonnihil interturbabit. Cæterum ad hæc experimenta non equidem prorſus neceſſariam eſſe dixerim tantam, quantam in præſenti imperaſſe videar, diligentiam: Quanquam ad id ſane, ut feliciter procedant experimenta, permultum conferet; ideo-

G que

que ſiquis accuratius & curioſius naturam ſpeculari velit, is certe tantam diligentiam non ſine fructu uberiori adhibebit. Verum enimvero priſmata ex vitro ſolida, quæ hujuſmodi experimentis capiendis ſatis idonea ſunt, comparare perdifficile eſt: Quamobrem ipſe vaſis ex ſpeculorum confractorum partibus in formam priſmatum, concluſa intus aqua pluvia, compactis, nonnunquam uſus ſum; & ad augendam refractionem, aquam interdum Saccharo Saturni copioſe imbuebam.

PROPOSITIO V. THEOREMA IV.

Lumen homogeneum regulariter, ſine ulla dilatatione, diffiſſione, aut diſcuſſione radiorum, refringitur: Et confuſior ille objectorum lumine heterogeneo per corpora refringentia viſorum aſpectus, oritur ex diverſa refrangibilitate radiorum diverſorum generum.

PRima pars hujus propoſitionis jam ante in quinto experimento ſatis comprobata fuit; & ex his, quæ ſequuntur, experimentis amplius manifeſta fiet.

EXPERIMENTUM XII.

Chartam nigram, in qua foramen rotundum erat diametro circiter quintam aut ſextam unciæ partem longa, ita collocavi, ut ea imaginem ex lumine homogeneo talem, qualem in præcedente propoſitione deſcripſimus, ſic exciperet, ut luminis pars aliqua per foramen ipſius tranſmitteretur. Dein luminis partem eam, quæ per chartæ foramen tranſmiſſa eſſet, priſmate poſt iſtam chartam collocato ita refregi, ut deinceps in chartam albam, interjecto duorum triumve pedum intervallo, ad perpendiculum incideret. Quibus ita diſpoſitis, obſervavi imaginem ſuper charta alba refractione luminis illius homogenei depictam, non jam oblongam eſſe, ut cum (in tertio experimento) luminis ſolaris compoſiti refractione depingeretur; ſed, (quantum

tum oculis quidem judicare potuerim,) longitudine & latitudine inter ſe æqualibus, plane rotundam. Ex quo apparet, hoc lumen regulariter refractum eſſe, ſine ulla dilatatione radiorum.

EXPERIMENTUM XIII.

In lumine homogeneo circulum chartaceum, diametro $\frac{1}{4}$ unciæ longa, collocavi; & in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto, alium circulum chartaceum, eadem magnitudine, ſimiliter poſui. Tum, interjecto aliquot pedum intervallo, utrumque horum circulorum per priſma oculis admotum inſpexi. Circulus is, qui heterogeneo Solis lumine illuminabatur, oblongus valde, ſicuti in quarto experimento, videbatur; adeo ut latitudo ejus multis partibus ſuperaretur longitudine ſua: Circulus autem is, qui lumine homogeneo illuminabatur, plane rotundus videbatur; & diſtinctis terminis definitus; ut quum nudis oculis inſpiceretur. Quo experimento utraque pars hujus propoſitionis comprobatur.

EXPERIMENTUM XIV.

Cum muſcas aliaque id genus minuta corpora in homogeneo lumine collocata, per priſma inſpicerem; partes ipſorum videbam tam diſtincte definitas, ac ſi nudis ea oculis aſpexiſſem. Cum autem eadem corpora, in albo heterogeneo Solis lumine nondum refracto collocata, per priſma ſimiliter inſpicerem; valde confuſis terminis definita videbantur; adeo ut minutiores ipſorum partes diſcernere & internoſcere haud potuerim. Similiter cum litterulas minutiores libro impreſſas, primo in lumine homogeneo, deinde in heterogeneo collocatas, per priſma inſpicerem; in poſteriori lumine tam confuſæ tamque indiſtinctæ videbantur, ut legi non poſſent; in priori autem adeo diſtinctæ, ut & facillime legi poſſent, & plane nihilo minus diſtincte cerni, quam ſi nudis oculis aſpicerentur. In

utroque caſu eaſdem res objectas, eodem ſitu poſitas, per idem priſma, & eodem intervallo interjecto, conſpicatus ſum. Nihil quicquam prorſus inter ſe differebant, niſi quod lumine diverſo illuminabantur; quod quidem lumen uno in caſu ſimplex erat, in altero compoſitum. Quare corpora iſta objecta, quamobrem in priori caſu tam diſtincte, in poſteriori tam confuſe cernerentur, nihil aliud plane in cauſa eſſe potuit, præter luminum ſolummodo differentiam. Quo itidem tota propoſitio comprobatur.

Porro in tribus hiſce experimentis, id etiam notatu erat digniſſimum; homogenei luminis colorem, refractione nihil fuiſſe immutatum.

PROPOSITIO VI. THEOREMA V.

Sinus incidentiæ cujuſque radii ſeorſum, eſt ad ſinum refractionis ſuæ in data ratione.

UNumquemque radium ſeorſum, certa ac conſtanti aliqua ratione refrangibilem eſſe, ex iis quæ dicta ſunt, ſatis eſt manifeſtum. Qui radii in prima refractione, iiſdem poſitis omnium incidentiis, maxime refringuntur; ii in ſequentibus itidem refractionibus, iiſdem poſitis incidentiis, iterum maxime refringuntur: ſimilique ratione radii minime refrangibiles, & quicunque ſunt medio aliquo refrangibilitatis gradu; uti ex 5to, 6to, 7mo, 8vo, & 9no experimentis liquet. Porro qui radii in prima refractione, iiſdem poſitis omnium incidentiis, æqualiter refringuntur; ii iterum, iiſdem poſitis incidentiis, æqualiter & uniformiter refringuntur: idque ſive refringantur antequam a ſe invicem ſeparati fuerint, ut in quinto experimento; ſive poſtquam ſeparati fuerint, ut in experimentis 12mo, 13°, & 14to. Itaque refractio cujuſque radii ſeorſum, fit ad certam aliquam conſtantemque regulam: ea autem regula quæ ſit, reſtat ut jam deinceps oſtendamus.

Nuperi de rebus Opticis ſcriptores docent; ſinus incidentiæ ad

Digitized by Google

ad ſinus refractionis eſſe in data proportione; uti in quinto axiomate expoſitum eſt: & nonnulli inſtrumentis ad refractiones menſurandas, aut alia aliqua ratione hanc proportionem experimentis computantes, aſſeruerunt ſe eam inveniſſe accuratam. Verum dum illi, nondum intellecta diverſa radiorum diverſorum refrangibilitate, crediderunt radios una eademque proportione refringi univerſos; exiſtimandum eſt, eos menſuras ad partem mediam ſolummodo luminis refracti accommodaſſe: adeo ut ex illorum menſuris hoc ſolum concludi poſſit; radios, qui ſunt medio refrangibilitatis gradu; hoc eſt, qui, cum a reliquis ſeparati ſint, virides videntur; eos in data ſinuum proportione refringi: Reliquos autem omnes, itidem ſecundum datas ſinuum proportiones refringi; id nobis jam reſtat comprobandum. Equidem, rem ita ſe habere debere, admodum eſt credibile & rationi conſentaneum; quandoquidem natura ſemper eſt ſui ſimilis. Verum probatio ab experimentis deſumenda requiritur. Atque talem quidem probationem ita adferemus, ſi oſtendere poterimus, ſinus refractionis radiorum diverſe refrangibilium eſſe ad ſe invicem in data proportione, quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales. Etenim ſi ſinus refractionis omnium radiorum, ſint in datis proportionibus ad ſinum refractionis alicujus radii, qui ſit medio refrangibilitatis gradu; iſque ſinus ſit in data proportione ad incidentiæ ſinus inter ſe æquales; utique reliqui iſti refractionis ſinus, erunt itidem in datis proportionibus ad ſinus incidentiæ inter ſe æquales. Jam autem ſinus refractionis eſſe ad ſe invicem in data proportione, quando ſinus incidentiæ ſunt inter ſe æquales; ex ſequenti experimento apparebit.

Experimentum XV.

Per parvum rotundum foramen in feneſtræ operculo, tranſmittatur in cubiculum tenebricoſum radius Solis. Sit S [*Fig.* 26.] alba & rotunda Solis imago, directo ſuo lumine in oppoſitum parietem depicta. Sit P T oblonga & colorata imago, TAB. V.

Digitized by Google

quæ fiat refringendo id lumen per priſma in feneſtra poſitum. Sit denique *p t*, vel 2 *p* 2 *t*, vel 3 *p* 3 *t*, oblonga & colorata imago ea, quæ fiat refringendo iterum idem lumen in latus per alterum priſma proxime poſt primum ſitu tranſverſo collocatum; quomodo in quinto ſupra experimento explicatum eſt. Hoc eſt, ſit ea imago, cum refractio ſecundi priſmatis minor ſit, *p t*, cum refractio ejuſdem major ſit, 2 *p* 2 *t*; cum maxima, 3 *p* 3 *t*. Etenim ea erit refractionum diverſitas, ſi angulus refringens ſecundi priſmatis ſit varia magnitudine; puta quindecim aut viginti graduum, quum imago ſit *p t*; triginta aut quadraginta, quum 2 *p* 2 *t*; & ſexaginta, quum 3 *p* 3 *t*. Verum enimvero defectu priſmatum ex vitro ſolidorum, quorum anguli ea ſint qua oporteat magnitudine; comparari poterunt vaſa ex politis vitri lamellis in formam priſmatum, concluſa intus aqua, conglutinatis. His ita diſpoſitis, obſervabam omnes Solis imagines coloratas, P T, *p t*, 2 *p* 2 *t*, 3 *p* 3 *t*, convergere quam proxime ad eum ipſum locum S, quo directum Solis lumen, quando, ſublatis priſmatibus, albam rotundamque in pariete Solis imaginem depingeret incidebat. Axis imaginis P T, productus; hoc eſt, linea ita per mediam imaginem P T ducta, ut rectilineis ipſius lateribus parallela eſſet; tranſibat deinceps per medium ipſum iſtius albæ ac rotundæ imaginis S. Cumque refractio ſecundi priſmatis, æqualis eſſet refractioni prioris; quippe quorum anguli refringentes, eſſent circiter ſexagenum graduum; axis imaginis 3 *p* 3 *t* iſta refractione effictæ, ipſe itidem productus tranſibat per medium ejuſdem albæ rotundæque imaginis S. Cum autem refractio ſecundi priſmatis, minor eſſet refractione prioris; axes producti imaginum *t p* aut 2 *t* 2 *p* iſta refractione effictarum, interſecabant jam in punctis *m* & *n*, paulo ultra centrum albæ rotundæque imaginis S, axem productum imaginis P T. Unde proportio lineæ 3 *t* T ad lineam 3 *p* P, paulo major erat quam lineæ 2 *t* T ad lineam 2 *p* P; hæcque itidem paulo major, quam lineæ *t* T ad lineam *p* P. Jam quum lumen imaginis P T incidat in parietem ad perpendiculum; lineæ iſtæ 3 *t* T, 3 *p* P; & 2 *t* T, 2 *p* P; & *t* T, *p* P, ſunt

Digitized by Google

ſunt *Tangentes* refractionum. Quare ex hoc experimento, proportiones tangentium refractionum inveniuntur; Unde & ſinuum proportiones collectæ, æquales reperiuntur; quantum quidem, imagines intuendo, & mathematicam quandam ratiocinationem adhibendo, judicare potuerim: Non enim accurate calculum ponebam. Itaque propoſitio noſtra, quantum ab experimentis colligitur, in unoquoque ſeorſum radio vera eſſe apparet. Veram autem eam eſſe accuratiſſime, etiam demonſtrari poteſt ex hac ſuppoſitione; *corpora lumen refringere, agendo in radios ejus in lineis ad ſuperficies ſuas perpendicularibus.* Verum, quo hæc demonſtratio recte procedat, diſtinguendus eſt motus cujuſque radii in duos motus, quorum alter ſuperficiei refringenti perpendicularis ſit, alter eidem parallelus, & de motu quidem eo qui eſt perpendicularis, ſubjicienda eſt propoſitio ſequens.

Si quis motus, aut corpus motum quodcunque, incidat quavis velocitate in quodvis latum & tenue ſpatium, duobus planis parallelis utrinque terminatum; inque tranſitu ſuo per iſtud ſpatium, urgeatur perpendiculariter verſus ulterius planum quavis vi, quæ, datis diſtantiis ab iſto plano, ſit datarum quantitatum: Perpendicularis velocitas iſtius motus, aut corporis, tum cum emerget ex eo ſpatio, ſemper æqualis erit radici ſummæ ejuſce, quæ compoſita ſit ex quadrato perpendicularis velocitatis quam habebat iſte motus, aut corpus, tum cum incideret in iſtud ſpatium; & ex quadrato perpendicularis velocitatis quam idem motus, aut corpus, haberet tum, cum emergeret, ſi perpendicularis ejus velocitas tum, cum incideret, infinite parva fuiſſet.

Eadem autem propoſitio ſimiliter vera erit de quovis motu, aut corpore, perpendiculariter retardato in tranſitu ſuo per iſtud ſpatium; ſi loco ſummæ binorum quadratorum, defferentiam ipſorum ſumas. Demonſtrationem facile invenient mathematici; ideoque, ne lectorem diſtineam, eam hic non apponam.

Finge jam radium aliquem obliquiſſime in linea M C [*Fig.* 1.] incidentem, refringi ad C a Plano R S in lineam C N: &, ſi linea C E, in quam alius quilibet radius A C refringi debeat, TAB. I.

quæ

Digitized by Google

quæ ſit quæratur; ſint M C, A D, ſinus incidentiæ duorum iſtorum radiorum; & N G, E F, eorundem ſinus refractionis; & exponantur æquales radiorum incidentium motus, per lineas inter ſe æquales M C & A C. Tum, motu M C ad planum refringens parallelo exiſtente, diſtinguatur motus alter A C in duos motus A D & D C, quorum alter A D parallelus, alter autem D C perpendicularis ſit ad ſuperficiem refringentem. Similiter, diſtinguantur motus emergentium radiorum, in binos motus; quorum ii, qui ſunt perpendiculares, ſint $\frac{MC}{NG}$ C G, & $\frac{AD}{EF}$ C F. Quod ſi vis plani refringentis incipiat agere in radios vel jam in ipſo plano, vel certo interjecto intervallo, ex una parte; deſinatque certo interjecto intervallo ex altera parte; & in omnibus locis intra iſtos limites ſitis, agat in radios in lineis ſuperficiei iſti refringenti perpendicularibus; actioneſque ejus in radios, in diſtantiis æqualibus a plano refringente, æquales ſint; in diſtantiis autem inæqualibus, vel æquales ſint, vel certa qualibet proportione inæquales: utique motus radii is, qui ſit plano refringenti parallelus, nullam omnino ab iſta vi mutationem patietur; motus autem is, qui ſit plano eidem perpendicularis, mutabitur ſecundum propoſitionis jam expoſitæ rationem. Itaque ſi perpendicularis velocitas radii emergentis C N, exponatur per $\frac{MC}{NG}$ C G, ut ſupra; perpendicularis velocitas alterius cujuſvis radii emergentis C E, quæ erat $\frac{AD}{EF}$ C F, erit æqualis radici Summæ quadratorum $CDq + \frac{MCq}{NGq}CGq$. Quæ quidem æqualia ſi quadraveris jam, eiſque addas æqualia ADq & $MCq - CDq$, dividaſque ſummas per æqualia $CFq + EFq$ & $CGq + NGq$, habebis $\frac{ADq}{EFq}$ æquale $\frac{MCq}{NGq}$. Unde A D, ſinus incidentiæ, ſit ad E F, ſinum refractionis, ut M C ad N G: hoc eſt, in data ratione. Et quoniam

niam hæc demonſtratio univerſalis eſt; in qua nec quid ſit lumen, nec quali vi refringatur, nec aliud omnino quicquam poſuerim, præter id ſolum; *corpus refringens agere in radios in lineis ſuperficiei ſuæ perpendicularibus*: utique veritatem hujuſce propoſitionis certiſſimam videtur evincere.

Quare, ſi ratio ſinuum incidentiæ & refractionis cujuſvis generis radiorum in uno aliquo caſu inventa fuerit; inventa erit in omnibus. Ea autem quæ ſit, methodo in ſequenti propoſitione tradenda, facile colligi poterit.

PROPOSITIO VII. THEOREMA VI.

Conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta conſtrui queant, facit diverſa radiorum luminis refrangibilitas.

CONſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta conſtrui potuerint, ſphæricæ vitrorum figuræ vulgo in cauſa fuiſſe creduntur: ideoque id ſibi propoſuerunt mathematici, ut vitra in conicarum ſectionum figuras tornarent. Verum ut eos in errore hac in parte verſari oſtenderem, propoſitionem hancce adjeci. Quæ quam vera ſit, ex menſuris refractionum diverſorum generum radiorum apparebit. Eæ autem quæ ſint, hac ratione definio.

In tertio experimento hujus *Partis*, ubi angulus refringens priſmatis erat graduum $62\frac{1}{2}$, dimidium iſtius anguli, hoc eſt, 31 gradus & 15 minuta, eſt angulus incidentiæ radiorum in aerem e vitro egredientium; & ſinus iſtius anguli, eſt 5188 earum partium, quarum radius complectitur 10000. Cum axis hujus priſmatis, horizonti parallelus eſſet; refractioque radiorum in priſma incidentium, refractioni eorundem e priſmate exeuntium, æqualis eſſet: obſervabam, ope quadrantis, angulum quem radii mediocriter refrangibiles (hoc eſt, ii qui ad medium coloratæ Solis imaginis irent,) cum horizonte continerent:

Digitized by Google

Ex hoc autem angulo, & altitudine Solis eodem tempore obſervata, comperiebam angulum, quem radii emergentes & incidentes inter ſe continerent, eſſe 44 graduum ac 40 minutorum; cujus quidem anguli dimidium, additum angulo incidentiæ, qui erat 31 graduum & 15 minutorum, conficit angulum refractionis; qui proinde fit 53 graduum ac 35 minutorum, ejuſque ſinus 8047. Hi ſunt ſinus incidentiæ & refractionis radiorum mediocriter refrangibilium; eorumque proportio inter ſe, in numeris integris, eſt ut 20 ad 31. Vitrum, e quo hoc priſma conſtabat, colore erat ad viridem deſcendente. Ultimum autem priſmatum in tertio experimento memoratorum, e vitro erat admodum pellucido candidoque. Ejus angulus refringens, erat graduum $63\frac{1}{2}$. Angulus quem radii emergentes & incidentes inter ſe continebant, 45 grad. 50 min. Sinus dimidii primi anguli, 5262. Sinus dimidiæ ſummæ angulorum, 8157. Proportio autem ipſorum inter ſe, erat, ut prius, in numeris integris, ut 20 ad 31.

Si de longitudine imaginis, quæ erat unciarum circiter $9\frac{3}{4}$ aut 10, ſubducatur ejuſdem latitudo, quæ erat unciarum $2\frac{1}{8}$; reſiduum, quod eſt unciæ $7\frac{3}{4}$, erit longitudo, quam eadem imago ita eſſet habitura, ſi Solis globus unum ſolummodo punctum foret. Itaque hæ unciæ $7\frac{3}{4}$ ſubtendunt angulum, quem radiorum maxime minimeque refrangibiles, qui in unis eiſdemque lineis in priſma inciderant, inter ſe jam, poſtquam emerſerint, continent. Quare iſte angulus, eſt 2 grad. 0′, 7″. Etenim intervallum, quo imago & priſma, ubi iſte angulus conſtituitur, inter ſe diſtabant, erat pedum $18\frac{1}{2}$; quo interjecto intervallo, chorda uncias $7\frac{3}{4}$ longa ſubtendit angulum 2 graduum, 0′, 7″. Dimidium autem iſtius anguli, eſt angulus quem hi maxime minimeve refrangibiles radii emergentes continent cum radiis mediocriter refrangibilibus emergentibus: & quarta ejuſdem pars, hoc eſt, 30′, 2″, haberi poteſt angulus, quem iidem radii cum radiis illis mediocriter refrangibilibus emergentibus contenturi eſſent, ſi intra vitrum cum eis conjuncti.

Digitized by Google

juncti fuiſſent, nec ante emergendum ullam paſſi fuiſſent refractionem. Si enim duæ æquales refractiones; quarum altera ſit radiorum in priſtina incidentium, altera emergentium; conſtituunt dimidium anguli 2 grad. 0′, 7″: utique una iſtarum refractionum efficiet circiter quartam partem ejuſdem anguli. Atque hæc quidem quarta pars, ſi adjiciatur jam ad angulum refractionis radiorum mediocriter refrangibilium, qui erat 53 grad. 35; & de eodem ſubducatur; conficiet angulos refractionis radiorum & maxime & minime refrangibilium, 54 grad. 5′, 2″; & 53 grad. 4′, 58″: quorum angulorum ſinus ſunt 8099 & 7995: cum communis angulus incidentiæ, eſſet 31 grad. 15; ejuſque ſinus, 5188. Et hi quidem ſinus, in minimis numeris integris, ſunt inter ſe ut 78 & 77 ad 50.

Jam ſi de ſinibus refractionis 77 & 78, communem incidentiæ ſinum 50 ſubducas; reſidua 27 & 28 oſtendunt, in parvis refractionibus refractionem radiorum minime refrangibilium eſſe ad refractionem maxime refrangibilium, ut 27 ad 28 quam proxime; refractionumque differentiam in radiis minime maximeque refrangibilibus, eſſe circiter $27\frac{1}{2}$am partem totius refractionis radiorum mediocriter refrangibilium.

Unde Optices periti facile intelligent, latitudinem minimi rotundi ſpatii, in quod vitra objectiva conſpicillorum tubulatorum colligere poſſint omnia genera radiorum inter ſe parallelorum, eſſe circiter $27\frac{1}{2}$am partem dimidiæ aperturæ vitri, aut 55am partem totius aperturæ; focumque radiorum maxime refrangibilium, proprius a vitro objectivo abeſſe, quam focum minime refrangibilium, parte circiter $27\frac{1}{2}$ ejus totius intervalli, quo vitrum objectivum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter ſe diſtant.

Quod ſi radii omnium generum, fluentes ex uno quovis puncto lucido in axe lentis cujuſvis convexæ ſito, cogantur refractione iſtius lentis in puncta non nimium remota a lente; focus radiorum maxime refrangibilium jam propius a lente aberit, quam focus minime refrangibilium, eo intervallo, quod

 ſit

ſit ad $27\frac{1}{2}^{am}$. partem diſtantiæ foci radiorum mediocriter refrangibilium a lente, ut diſtantia inter focum iſtum & punctum lucidum a quo radii fluunt, ad diſtantiam inter id punctum lucidum & lentem ipſam quam proxime.

Jam autem ut examinarem, utrum differentia refractionum, quas radii maxime minimeque refrangibiles ex uno eodemque puncto fluentes, in vitris objectivis conſpicillorum tubulatorum aliiſque id genus vitris patiuntur, tanta ſit revera, quantam modo deſcripſerim, necne; ſubjectum excogitavi experimentum.

Experimentum XVI.

Lens, qua in ſecundo & octavo experimentis uſus fueram, intervallo ſex pedum uniuſque unciæ a quovis objecto collocata, colligebat imaginem iſtius objecti, per radios mediocriter refrangibiles, eodem interjecto ſex pedum uniuſque unciæ intervallo ex altera parte. Quamobrem, ex regula antedicta, colligere debet eandem imaginem per radios minime refrangibiles, intervallo pedum ſex, unciarumque $3\frac{2}{3}$; per radios autem maxime refrangibiles, intervallo pedum quinque unciarumque $10\frac{1}{3}$: adeo ut inter duo loca, in quibus radii minime maximeque refrangibiles iſtam imaginem exhibeant, intervallum ſit unciarum circiter $5\frac{1}{3}$. Etenim, ſecundum illam regulam; quam proportionem habent ſex pedes & uncia una, (intervallum quo lens & corpus lucidum objectum inter ſe diſtant,) ad duodecim pedes duaſque uncias, (quo intervallo corpus lucidum objectum & focus radiorum mediocriter refrangibilium inter ſe diſtant;) hoc eſt, quam proportionem habet unum ad duo; eandem habet pars $27\frac{1}{2}$ ſex pedum uniuſque unciæ, (intervalli quo lens & iſte focus inter ſe diſtant;) ad intervallum quo radiorum maxime minimeque refrangibilium foci inter ſe diſtant: quod proinde intervallum, fit unciarum $5\frac{17}{55}$; hoc eſt, unciarum $5\frac{1}{3}$ quam proxime. Jam ut invenirem utrum hæc menſura eſſet vera, necne; experimenta ſecundum & octavum in lumine co-

lorato,

Digitized by Google

lorato, quod multo, quam id quo tum uſus eram, minus eſſet compoſitum, iterabam: jam enim radios heterogeneos a ſe invicem ea ratione, quæ in undecimo experimento deſcripta eſt, ſeparaveram; adeo ut imago colorata, duodecim circiter aut quindecim partibus longior facta eſſet quam latior. Imaginem iſtam libro literis impreſſo excipiebam. Cumque lentem ſupra memoratam, interjecto ſex pedum uniuſque unciæ intervallo, collocaſſem; quo literarum illuminatarum imago, eodem iterum intervallo ex altera parte colligeretur; obſervabam imaginem literarum colore cæruleo illuminatarum, propius a lente abeſſe, quam literarum rubro ſaturo illuminatarum, intervallo circiter unciarum trium aut $3\frac{1}{4}$: verum literarum colore indico & violaceo illuminatarum imago adeo confuſa nimeque diſtincta videbatur, ut eæ legi non poſſent. Quare priſma inſpiciens, comperiebam id venulis ab una vitri extremitate ad alteram pertingentibus undique criſpum eſſe; adeo ut refractio nequaquam regularis eſſe potuerit. Aliud itaque priſma, venulis immune, accepi; &, literarum loco, duas treſve lineas nigras inter ſe parallelas & literarum ductibus paulo grandiores adhibebam: quibus cum colores ita ſuperinjeciſſem, ut ab una imaginis extremitate ad alteram hæ lineæ per colores ductæ viderentur; obſervabam focum, ubi color indicus, ſive confinium indici & violacei, linearum nigrarum imagines maxime diſtinctas exhiberet, intervallo circiter unciarum 4 aut $4\frac{1}{4}$ propius a lente abeſſe, quam focum ubi color ruber extremus & ſaturatiſſimus imagines earundem linearum nigrarum maxime diſtinctas exhibebat. Color violaceus adeo debilis fuit & obſcurus, ut in eo linearum imagines diſtincte diſcernere haud potuerim. Quare, cum priſma, quo utebar, e vitro eſſet ſubviridi & minus pellucido; aliud adhuc priſma accepi, quod eſſet e vitro admodum pellucido candidoque. Verum, hoc priſmate adhibito, longæ jam albæque luminis debilioris radiationes ſe ex utraque imaginis coloratæ extremitate emittebant: unde concludebam, necdum omnia recte eſſe comparata. Priſma igitur attentius inſpiciens,

Digitized by Google

duas treſve bullulas in vitro obſervabam, quibus lumen irregulariter refringebatur. Quocirca eam partem vitri, in qua hæ bullulæ ineſſent, charta nigra obtegebam; lumineque per aliam vitri partem bullulis immunem tranſmiſſo, imago colorata immunis jam ab irregularibus illis radiationibus apparebat; eaque fere erat, quam optarem. Veruntamen adhuc color violaceus adeo obſcurus debiliſque fuit, ut in eo linearum imagines vix, & in obſcuriori ipſius parte, prope imaginis extremitatem, omnino haud diſcernere potuerim. Suſpicabar igitur obſcurum hunc debilemque colorem, admixtum ſibi habere poſſe aliquid luminis illius quaquaverſum diſperſi, quod partim bullulis quibuſdam perparvis intra vitrum latentibus, partim vitri facierum haud ſatis accurate perpolitarum inæqualitatibus, irregulariter refringeretur & reflecteretur: quod quidem lumen, quamvis parvum, tamen ſubalbidum cum eſſet, ſenſum ſatis fortiter, ad interturbanda debilis illius & obſcuri coloris violacei Phænomena, afficere poſſet. Quamobrem explorabam, quomodo in 12°, 13°, & 14° experimentis expoſitum eſt, annon hoc lumen violaceum conſtaret ex ſenſibili mixtura radiorum heterogeneorum. Verum apparebat, non ita ſe id habere. Neque enim refractiones ex hoc violaceo lumine alium ullum colorem, qui quidem ſenſu percipi poſſet, præter unum violaceum, eliciebant; uti ex albo lumine omnino eliciuiſſent; & conſequenter ex hoc violaceo lumine ſimiliter elicuiſſent, ſi id ex albo lumine, ita ut res ſub ſenſum caderet, compoſitum fuiſſet. Concludebam itaque, obſcuritatem ſolummodo hujuſce coloris, & luminis ſui tenuitatem, nimiamque ab axe lentis diſtantiam, in cauſa fuiſſe, quamobrem linearum imagines in eo diſtincte diſcernere haud potuerim. Quocirca nigras iſtas lineas parallelas, in partes inter ſe æquales dividebam; quo facilius, quibus intervallis colores in imagine inter ſe diſtarent, cognoſcerem: cumque notaſſem quantis itidem intervallis foci colorum eorum, in quibus linearum imagines diſtincte cernebantur, a lente diſtarent; in id deinceps inquirebam, utrum differentia horum intervallorum eandem

habeat

Digitized by Google

habeat proportionem ad uncias $5\frac{1}{3}$, hoc eſt, ad maximam differentiam intervallorum quibus foci colorum extremorum rubri & violacei a lente diſtare debent, ac habet colorum in imagine obſervatorum diſtantia inter ſe, ad maximum itidem intervallum (in rectilineis imaginis lateribus dimenſum) quo colores extremi ruber & violaceus in imagine inter ſe diſtant, hoc eſt, ad longitudinem rectilineorum imaginis laterum, ſive ſpatium quo longitudo imaginis exuperat latitudinem ſuam. Quæ autem obſervaverim, hujuſmodi fuerunt.

Cum obſervarem interque ſe compararem colorem rubrum ſaturatiſſimum extimumque, qui ſenſu percipi poſſet; & colorem eum, qui in confinibus viridis & cærulei poſitus, diſtabat a rubro, in rectilineis imaginis lateribus, dimidia parte longitudinis iſtorum laterum: focus ubi confinium coloris viridis & cærulei, imagines linearum diſtincte ſuper charta exhibebat, propius a lente diſtabat, quam focus ubi color ruber imagines earundem linearum diſtincte exhibebat; intervallo circiter unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$. Menſuræ enim interdum paulo majores erant, interdum paulo minores; raro autem inter ſe differebant amplius $\frac{1}{3}$ unciæ: Etenim difficillimum erat focos, quo in loco ſiti eſſent, accuratiſſime ſine omni errore definire. Jam vero ſi colores dimidia longitudine imaginis inter ſe diſtantes, (in rectilineis nimirum imaginis lateribus dimenſi,) faciunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtant, ſit unciarum $2\frac{1}{2}$ aut $2\frac{3}{4}$; utique colores tota imaginis longitudine inter ſe diſtantes, facere debebunt ut differentia intervallorum, quibus foci ſui a lente diſtent, ſit unciarum 5 aut $5\frac{1}{2}$.

Verum id hic obſervandum eſt, me non potuiſſe videre colorem rubrum ad uſque ipſam imaginis extremitatem, ſed duntaxat ad centrum ſemicirculi quo iſta extremitas terminaretur, aut paulo ultra id. Quare colorem iſtum rubrum comparabam, non cum colore eo qui eſſet accurate in media imagine, ſive in ipſis confinibus viridis & cærulei; ſed cum eo colore, qui ad cæruleum paulo magis, quam ad viridem accederet. Et quemadmodum computabam totam colorum longitudinem non

eam

eam eſſe, quæ eſſet tota imaginis longitudo; ſed eam duntaxat, quæ eſſet longitudo rectilineorum ipſius laterum: ita, ſemicircularibus extremis jam in integros circulos abſolutis; quum alteruter e duobus obſervatis coloribus intra iſtos circulos caderet, dimetiebar diſtantiam ejuſce coloris a ſemicirculari imaginis extremitate, &, ſubducto dimidio iſtius diſtantiæ de menſurata duorum colorum diſtantia inter ſe, reſiduum pro correcta ipſorum diſtantia inter ſe accepi; inque his obſervationibus correctam iſtam diſtantiam, pro differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, annotavi. Quemadmodum enim longitudo rectilineorum imaginis laterum, futura eſſet ipſa colorum omnium tota longitudo, ſi circuli, ex quibus (uti ſupra oſtenſum eſt) ea imago compoſita eſt, in puncta phyſica contracti forent: ſic, in eo caſu, correcta illa diſtantia binorum quorumvis obſervatorum colorum, vera eſſet futura diſtantia ipſorum inter ſe.

Cum igitur porro obſervarem, interque ſe compararem, colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & cæruleum illum, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{7}{12}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $3\frac{1}{4}$. Jam autem ut 7 ad 12, ita $3\frac{1}{4}$ ad $5\frac{4}{7}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & indicum illum, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{8}{12}$ ſive $\frac{2}{3}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $3\frac{2}{3}$. Ut autem 2 ad 3, ita $3\frac{2}{3}$ ad $5\frac{1}{2}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & indicum illum ſaturatiorem, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{9}{12}$ ſixe $\frac{3}{4}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter 4 unciarum. Ut autem 3 ad 4, ita 4 ad $5\frac{1}{3}$.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, & violacei partem indico proximam, quorum correcta

recta diſtantia inter ſe eſſet $\frac{10}{12}$ ſive $\frac{5}{6}$ longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, erat circiter unciarum $4\frac{1}{2}$. Ut autem 5 ad *6*, ita $4\frac{1}{2}$ ad $5\frac{2}{5}$. Interdum enim, cum lens commodiori ſitu ita eſſet collocata, ut axis ejus ad colorem cæruleum ſpectaret; cæteraque omnia commode eſſent comparata; Sol etiam disjectis nubibus clarior colluceret; ipſeque oculis propius admotis chartam, quæ linearum imagines lente projectas exciperet, attentius intuerer: diſcernere poteram ſatis diſtincte linearum iſtarum imagines, in coloris etiam violacei parte ea, quæ indico proxima eſſet; nonnunquam etiam ultra medium ipſum coloris violacei. Etenim in his experimentis capiendis id obſervaveram, imagines eorum duntaxat colorum diſtinctas apparere, qui vel in axe lentis, vel ſaltem non longe extra eum, eſſent poſiti: adeo ut, cum color cæruleus vel indicus in eo axe ſitus eſſet, ipſorum imagines diſtincte diſcernere potuerim; eodem autem tempore color ruber multo, quam ante, minus diſtinctus videretur. Quocirca id deinceps egi, ut, colorum imagine in brevitatem contracta, ambo ejus extrema propius jam ab axe lentis diſtarent. Jamque ejus longitudo erat unciarum circiter $2\frac{1}{2}$, latitudo autem circiter $\frac{1}{5}$ aut $\frac{1}{6}$ unius unciæ. Porro, loco linearum nigrarum in quas colores adhuc inciderant, unam jam lineam nigram prioribus latiorem duxi; quo facilius imaginem ipſius diſcernerem: eamque lineam brevibus tranſverſis lineis in partes inter ſe æquales diviſi, quibus colores obſervati quo intervallo inter ſe diſtarent dimetirer. Quibus ita diſpoſitis, poteram jam nonnunquam diſcernere lineæ hujuſce imaginem una cum diviſionibus ſuis, ad uſque centrum fere ſemicircularis violaceæ extremitatis imaginis. Quæque jam deinde obſervaverim, hujuſmodi erant.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum qui ſenſu percipi poſſet, partemque violacei eam, quorum correcta diſtantia inter ſe eſſet circiter $\frac{8}{9}$ partes longitudinis rectilineorum imaginis laterum: differentia intervallorum quibus hórum colorum foci a lente diſtarent, erat uno tempore unciarum $4\frac{2}{3}$, alio tem-

pore $4\frac{3}{4}$, alio $4\frac{7}{8}$. Ut autem 8 ad 9; ita $4\frac{2}{3}$, $4\frac{3}{4}$, $4\frac{7}{8}$, ad $5\frac{1}{4}$, $5\frac{11}{32}$, $5\frac{31}{64}$, reſpective.

Cum obſervarem colorem rubrum extremum, & violaceum itidem extremum, qui ſenſu percipi poſſent: (quorum quidem colorum correcta diſtantia inter ſe, cum omnia quam potuerint commodiſſime eſſent comparata, Solque clariſſimus luceret, erat circiter $\frac{11}{12}$ aut $\frac{15}{16}$ partes longitudinis rectilineorum imagini coloratæ laterum:) comperiebam differentiam intervallorum quibus foci ſui a lente diſtarent, eſſe unciarum modo $4\frac{3}{4}$, modo $5\frac{1}{4}$, & plerunque plus minus 5 unciarum. Ut autem 11 ad 12, aut 15 ad 16; ita 5 unciæ ad $5\frac{1}{2}$ aut $5\frac{1}{3}$.

Atque hac quidem experimentorum progreſſione adductus ſum ut certo credam, ſi lumen in ipſis extremitatibus imaginis ſatis forte fuiſſet, quo linearum nigrarum imagines clare ſuper charta apparere potuerint; futurum utique fuiſſe, ut focus coloris violacei extremi propius a lente diſtare compertus eſſet, quam focus rubri extremi, intervallo unciarum minimum $5\frac{1}{3}$. Quo & illud etiam amplius confirmatur; ſinus incidentiæ & refractionis omnium generum radiorum, eandem proportionem inter ſe in minimis refractionibus, atque in maximis, habere.

Totam hujuſce rei experiundæ rationem, quoniam negotium eſt multæ diligentiæ atque accurationis, ſingulatim enarrare volui; ut, qui rem eandem poſthac experiundo examinaturi ſint, intelligant quam accurate omnia animo circumſpectare & ſecum ante conſiderare debeant, quo experimentum hocce ſibi feliciter ſuccedat. Qui nihilominus, ſi negotium ſibi minus forſan ex ſententia ſuccedat, quam mihi ante ſucceſſit; colligere tamen poterunt ex proportione quam habet diſtantia colorum a ſe invicem in imagine, ad differentiam diſtantiarum focorum ſuorum a lente, quis eſſet futurus exitus accuratioris experimenti in coloribus longius inter ſe diſtantibus. Veruntatem ſi lentem latiorem, quam qua ego uſus ſum, adhibeant; eamque longo rectoque bacillo alligent, quo facile rectaque dirigatur ad eum ſemper colorem, cujus focus, ubi ſit, requiritur; nullus dubito quin illis etiam melius hæc res ſub manus ſuccedat, quam mihi

mihi ipſi ſucceſſit experienti. Ego enim axem lentis ad mediam duntaxat partem colorum, quam potui proxime, direxi; quo pacto languidæ colorum extremitates, quia paulo remotiores eſſent ab axe, imagines ſui minus diſtincte in chartam projiciebant, quam ſi axis lentis ad ſingulos colores ordine directus fuiſſet.

Jam ex his quæ dicta ſunt manifeſtum eſt, radios, qui refrangibilitate inter ſe differunt, non convenire in unum focum; ſed ita eſſe comparatos, ut, ſi a lucido puncto fluant, quod eodem intervallo a lente diſtet ex una parte, ac foci ſui ex altera; tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente abſuturus ſit, quam focus minime refrangibilium, amplius decimaquarta totius diſtantiæ: ſin a lucido puncto fluant, quod a lente tanto ſit intervallo remotum, ut ante incidendum jam pro parallelis inter ſe haberi poſſint; tum focus radiorum maxime refrangibilium propius a lente abſuturus ſit, quam focus minime refrangibilium, circiter 27ma aut 28va parte totius ſuæ diſtantiæ a lente. Porro diameter circuli in medio duorum iſtorum focorum intervallo ſiti, quem hi radii tum illuminant, cum ibi in aliquod planum axi perpendiculare incidant; (qui quidem circulus minimus eſt, in quem ii omnes convenire poſſint;) erit circiter 55ta pars diametri aperturæ vitri. Adeo ut mirum ſit conſpicilla tubulata res objectas tam diſtincte exhibere poſſe, quam eas revera exhibent. At ſi omnes radii luminis ex æquo refrangibiles eſſent, error qui ſolummodo ex ſphæricis vitrorum figuris oriretur, ſexcenties minor eſſet. Si enim vitrum objectivum teleſcopii ſit plano-convexum, & plana ipſius facies ad rem objectam obvertatur; diameter autem ſphæræ, cujus id vitrum ſegmentum ſit, appelletur D; item ſemidiameter aperturæ vitri, vocetur S; & ſinus incidentiæ e vitro in aërem, ſit ad ſinum refractionis, ut I ad R: radii qui incidunt paralleli ad axem vitri, diffuſi erunt, eo in loco ubi objecti imago diſtinctiſſima exhibetur, in parvum circulum, cujus diameter erit $\frac{Rq}{Iq} \times \frac{S\,cub.}{D\,quad.}$ quamproxime; ut quidem collegi, computando errores radiorum per

methodum ſerierum infinitarum, & rejiciendo terminos quorum quantitates nullius eſſent momenti. Exempli gratia: ſi ſinus incidentiæ I, ſit ad ſinum refractionis R, ut 20 ad 31; & D, diameter ſphæræ ad quam convexa vitri facies tornata eſt, ſit 100 pedum ſive 1200 unciarum; S autem, ſemidiameter aperturæ, ſit duarum unciarum: utique diameter parvi circuli ante dicti, (hoc eſt, $\frac{R\,q \times S\,cub.}{I\,q \times D\,quad.}$) erit $\frac{31 \times 31 \times 8}{20 \times 20 \times 1200 \times 1200}$ (ſive $\frac{961}{72000000}$) partes unius unciæ. Atqui diameter alterius parvi circuli, per quem nimirum radii inæquali ſua refrangibilitate diffuſi ſunt, erit circiter 55ta pars aperturæ vitri objectivi; quam quidem aperturam jam poſuimus eſſe quatuor unciarum. Ergo error qui oritur a ſphærica figura vitri, ad errorem qui oritur a diverſa radiorum refrangibilitate, eſt ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{55}$; hoc eſt, ut 1 ad 5449. Quare cum error ille adeo parvus ſit in comparationem, utique non eſt conſideratione dignus.

Verum hic quæri poteſt; ſi errores, qui ex diverſa radiorum refrangibilitate oriuntur, adeo ſint ingentes; qui ergo fiat, ut res objectæ per conſpicilla tubulata inſpectæ, tam diſtinctæ appareant, quam eas revera apparere experimur. Reſpondeo, hoc ideo ita ſe habere, quia radii errantes non uniformiter per totum id rotundum ſpatium diffuſi ſunt; ſed in centrum infinito, quam in aliam ullam circuli partem, denſius collecti ſunt; a centro autem ad uſque circumferentiam rareſcunt continuo, donec in ipſa tandem circumferentia infinite rari evadunt; & propter raritatem iſtam minus fortes ſunt, quam ut ſenſu percipi poſſint, niſi in ipſo centro aut propius ab
TAB. V. eo. Sit enim A D E [*Fig.* 27.] iſtiuſmodi circulus, centro C & ſemidiametro A C deſcriptus; ſitque B F G minor circulus, eodem cum iſto A D E centro deſcriptus, ejuſque diametrum A C circuitu ſuo interſecans in B: biſeca autem A C in N. Jam, ut ego quidem calculum poſui, denſitas luminis in quovis loco B, erit ad denſitatem ejuſdem in N, ut A B ad B C; totumque lumen intra circulum minorem B F G, ad totum lumen

Digitized by Google

men intra majorem A E D, erit ut exceſſus quadrati A C ſuper quadratum A B, ad quadratum ipſius A C. Exempli gratia: ſi B C ſit quinta pars iſtius A C; lumen in B quadruplo denſius erit, quam in N; & totum lumen intra minorem circulum, ad totum lumen intra majorem, erit ut 9 ad 25. Ex quo manifeſtum eſt, lumen intra minorem circulum ſenſum multo fortius afficere debere, quam lumen illud debilius & in raritatem dilatatum, quod inter circumferentiam majoris minoriſque circuli eſt circumcirca diſperſum.

Verum & illud hic inſuper obſervandum eſt, colorum priſmate exhibitorum clariſſimos & fulgentiſſimos eſſe flavum & aureum. Hi ſenſum fortius, quam reliqui ſimul univerſi, afficiunt: hiſque proximi ſunt claritate, colores ruber & viridis. Cæruleus, cum hiſce comparatus, debilis eſt & tenebricoſus color; indicus autem & violaceus, multo etiam iſtis languidior. Adeo ut ii, in colorum clariorum comparationem, parvi momenti ſint habendi. Rerum igitur objectarum imagines collocandæ ſunt, non in foco radiorum mediocriter refrangibilium, qui ſunt in confinibus viridis & cærulei; ſed in foco eorum radiorum, qui inter aureum colorem & flavum interjacent; eo in loco ubi color omnium lucidiſſimus eſt & fulgentiſſimus, hoc eſt, in colore flavo clariſſimo, ſive eo qui ad aureum propius quam viridem accedit. Atque horum quidem radiorum refractione, (quorum ſinus incidentiæ & refractionis in vitro ſunt ut 17 & 11,) dimetienda eſt refractio vitri & cryſtalli ad uſus Opticos. Ponamus itaque corporis objecti imaginem in foco horum radiorum: jamque omnes radii flavi & aurei collecti erunt intra circulum, cujus diameter ſit circiter 250ma pars diametri aperturæ vitri. Quod ſi his addideris clariorem partem dimidiam rubri, (eam ſcilicet quæ aureo proxima eſt,) & clariorem partem dimidiam viridis, (eam ſcilicet quæ flavo proxima eſt:) jam circiter $\frac{5}{7}$ partes luminis horum duorum colorum intra circulum ante dictum cadent, & $\frac{2}{7}$ partes extra eum cadent circumcirca; quæque luminis hujuſce pars extra circulum cadet, ea per ſpatium fere altero tanto majus, quam quæ intra cadet,

 diffun-

Digitized by Google

diffundetur; ac proinde in toto, tribus fere tantis rarior erit facta. Ex reliqua autem parte dimidia colorum rubri & viridis, (hoc eſt, ex rubro tenebricoſo ſaturatiſſimo & viridi ſaligneo,) circiter $\frac{1}{4}$ pars intra circulum prædictum cadet, & $\frac{3}{4}$ extra; quæque hujus luminis pars extra circulum cadet, ea per ſpatium circiter quatuor aut quinque partibus majus, quam quæ intra cadet, diffundetur: Ac proinde hoc lumen in toto rarius erit, idque circiter viginti quinque partibus, quam totum lumen intra circulum incluſum; quinimo, ut verius dicam, lumen hoc extra circulum, amplius triginta aut quadraginta partibus quam id quod eſt circulo incluſum, rarius erit; quippe color ruber extremus in fine coloratæ imaginis priſmate effictæ, jam ante tenuis admodum & rarus fuerat; itemque viridis ſaligneus rarior aliquanto quam aureus ac flavus. Quare horum colorum lumen, cum ſit tanto rarius quam id quod intra circulum cadat; utique ſenſum vix movere poterit. Præſertim cum color ruber ſaturatior, & viridis ſaligneus, hujuſce luminis; colores ſint multo, quam reliqui, fuſciores. Eandem autem ob cauſam colores cæruleus & violaceus, cum ſint etiam adhuc multo, quam illi, obſcuriores; multoque etiam magis rarefacti; omnino negligi poterunt. Etenim denſum illud clarumque lumen in circulo incluſum offundet obſcurabitque rarum & languidum fuſciorum horum colorum circumjectorum lumen; efficietque ut hi ſenſu percipi vix queant. Itaque puncti lucidi imago, quæ ſenſu percipi poſſit, vix excedet magnitudine circulum, cujus diameter ſit 250ma pars diametri aperturæ vitri objectivi teleſcopii melioris: ſaltem non multo latior eo erit; ſi excipias languidum, obſcurum, nubilumque admodum circumfuſum lumen, cujus haud fere ullam habebit ſpectator rationem. Proinde in conſpicillo tubulato, cujus apertura ſit quatuor unciarum, & longitudo pedum centum; hæc imago non excedet $2'' \, 45'''$, aut $3''$. Et in conſpicillo tubulato, cujus apertura ſit binarum unciarum, & longitudo 20 aut 30 pedum; poterit eſſe $5''$ aut $6''$, vix autem major eo. Quod quidem experientiæ optime congruit. Etenim Aſtronomi quidam, per

con-

conſpicilla tubulata ſupra vicenos pedes, & infra ſexagenos, longa; obſervarunt diametros ſtellarum fixarum, eſſe circiter 5″ aut 6″, aut ſummum 8″ aut 10″. Verum ſi vitrum ocularium, facis lychnive fumo leniter infuſcatum ſit, quo lumen ſtellæ obſcuretur; jam languidum illud lumen, quod erat in circuitu ſtellæ, evaneſcet; ſtellaque ipſa (ſi vitrum ſatis ſit fumo infuſcatum) ad puncti Mathematici ſimilitudinem propius accedet. Quam porro eandem ob cauſam, enorme illud lumen, quod eſt in circumferentia cujuſque puncti lucidi, minus ſentiri debet in brevioribus teleſcopiis, quam in longioribus; quia breviores minus luminis ad oculum tranſmittunt.

Cæterum Stellas fixas, ob immenſam diſtantiam, inſtar punctorum eſſe, niſi quatenus earum lumen refractione dilatatur, inde conſtat; quod, ubi Lunam ſubeunt, eclipſin paſſuræ, lumen earum non gradatim (ut fit in planetis,) ſed totum ſimul evaneſcit, &, finita eclipſi, totum ſimul in conſpectum redit; aut certe intra ſpatium dimidii unius minuti ſecundi; refractione ſcilicet in atmoſphæra Lunæ, tempus luminis & evaneſcentis & in conſpectum denuo redeuntis, aliquantulum protrahente.

Quod ſi jam igitur ponamus puncti lucidi imaginem, quæ ſenſu percipi poſſit, latitudinem habere omnino 250 partibus minorem latitudine aperturæ vitri objectivi; at etiam hæc valde grandis eſt imago, ſi cum ea comparetur, quæ ex ſphærica ſolummodo vitri figura fuiſſet oritura: etenim, abſque diverſa radiorum refrangibilitate eſſet, latitudo ejuſdem imaginis in teleſcopio pedes centum longo, cujus apertura ſit quatuor unciarum, omnino haud amplius $\frac{961}{72000000}$ partes unciæ foret complexura; uti ex præcedenti computatione liquet. Quare, in hoc caſu, errores maximi qui e ſphærica vitri figura oriantur, ad errores ſenſibiles maximos qui e diverſa radiorum refrangibilitate oriantur, erunt ſummum ut $\frac{961}{72000000}$ ad $\frac{4}{250}$; hoc eſt, ut 1 duntaxat ad 1200. Ex quo abunde

quidem.

quidem apparet, conſpicilla tubulata quominus omnibus numeris perfecta atque abſoluta conſtrui queant, non utique ſphæricas vitrorum figuras, ſed diverſam radiorum ipſorum refrangibilitatem, in cauſa eſſe.

Adhæc aliud argumentum eſt quo itidem inferri poſſit, diverſam radiorum refrangibilitatem revera in cauſa eſſe, quamobrem conſpicilla tubulata omnibus numeris perfecta conſtrui nequeant. Etenim radiorum errores, qui quidem e ſphæricis vitrorum objectivorum figuris oriantur, ſunt ut cubi aperturarum vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant; aperturæ vitrorum objectivorum, potentiæque amplificandi, deberent eſſe ut cubi radicum quadratarum longitudinum tuborum: quod experientiæ non reſpondet. At radiorum errores ii, qui e diverſa refrangibilitate oriuntur, ſunt ut ipſæ aperturæ vitrorum objectivorum: & exinde, quo teleſcopia varia longitudine res objectas jam ita varie amplificent, ut tamen illæ in ſingulis æque diſtinctæ appareant; aperturæ, & potentiæ amplificandi, debent eſſe ut ipſæ radices quadratæ longitudinum. Idque, ut bene notum eſt, experientiæ reſpondet. Exempli gratia: teleſcopium 64 pedum in longitudinem, & cujus apertura ſit unciarum $2\frac{2}{3}$, rem objectam circiter centies & vicies amplificatam, tamen æque diſtinctam exhibet; ac teleſcopium unius pedis in longitudinem, & cujus apertura ſit $\frac{1}{3}$ unius unciæ, eam quindecies exhibet amplificatam.

Quod ſi jam radii non eſſent diverſe refrangibiles, conſpicilla tubulata multo, quam adhuc deſcripſimus, perfectiora conſtrui poſſent; componendo vitra objectiva ex binis vitris, incluſa intus aqua, conglutinatis. TAB. V. Sit ADFC [*Fig.* 28.] vitrum objectivum, compoſitum ex duobus vitris ABED & BEFC, ab exteriore ſui parte AGD & CHF conſimiliter convexis, & ab interiore ſui parte BME & BNE conſimiliter concavis; ſitque aqua in cavitatem BMEN concluſa. Porro ſit ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e vitro in aërem, ut

I ad R

Digitized by Google

I ad R; ex aqua autem in aërem, ut K ad R; & conſequenter e vitro in aquam, ut I ad K. Diameter ſphæræ, ad quam facies convexæ A G D & CHF tornatæ ſint, eſto D: diameterque ſphæræ, ad quam facies concavæ B M E & B N E tornatæ ſint, eſto ad D, ut radix cubica illius KK—KI ad radicem cubicam illius RK—RI: jamque refractiones in concavis vitrorum faciebus, multum corrigent errores refractionum in convexis faciebus; quatenus quidem ii e ſphærica vitri figura oriuntur. Atque hac quidem ratione conſpicilla tubulata ſatis admodum perfecta atque abſoluta conſtrui poſſent; ſi utique diverſa radiorum genera non forent diverſe refrangibilia. Verum enimvero, propter diverſam hancce refrangibilitatem, non equidem video qui fieri queat, ut conſpicilla tubulata ſolis refractionibus excoli atque perfici poſſint; niſi forte ea ratione, quæ in eiſdem amplius in longitudinem extendendis verſatur, effici hoc quadantenus poſſit: quem quidem ad finem, nuperum *Hugenii* inventum optime videtur accommodatum. Etenim tubi prælongi valde moleſti & incommodi ſunt, & tractatu difficillimi; & præterea, propter nimiam longitudinem, facile incurveſcunt & quatiuntur; eoque pacto efficiunt, ut res objectæ perpetuo tremere videantur, & non ſine multo negotio diſtincte cerni queant: cum jam e contrario, adhibito *Hugenii* invento, & tractatu faciliora ſint vitra; & ſpecialiter vitrum objectivum, perticæ fortiori erectæque infixum, ſtabile ac firmum maneat.

Quandoquidem igitur refractionibus perficere conſpicilla tubulata, quæ ſint datarum longitudinum, in negotiis deſperatis eſt; excogitavi quondam teleſcopium, quod res objectas reflexione inſpiciendas exhiberet: utebar autem, loco vitri objectivi, metallo concavo. Diameter ſphæræ, ad quam metallum concavum tornatum fuit, complectebatur circiter 25 uncias Anglicas; & conſequenter longitudo inſtrumenti erat circiter unciarum $6\frac{1}{4}$. Vitrum ocularium plano-convexum erat; & diameter ſphæræ, ad quam convexa ipſius facies tornata fuit, erat circiter $\frac{1}{5}$ unciæ, aut paulo infra id; ac proinde hoc vitrum rem

objectam triginta aut quadraginta tantis vero ampliorem repræſentabat. Alia computandi ratione, inveni illud circiter triginta quinque tantis ſpecie ampliorem rem objectam exhibere. Metallum concavum id erat, quod aperturam unciæ unius & $\frac{1}{3}$ ferre poſſet. Verum apertura definita erat, non circulo opaco marginem metalli circum obtegente, ſed circulo opaco inter vitrum ocularium & oculum collocata, in cujus medio parvum rotundum foramen erat, per quod radii ad oculum tranſmitterentur. Etenim circulus iſte ibi collocatus, intercipiebat plurimum errantis luminis, quo aſpectus alioquin interturbatus fuiſſet. Quum hoc inſtrumentum cum conſpicillo tubulato ſatis bono, quod in longitudinem haberet quatuor pedes, & cujus vitrum ocularium concavum eſſet, compararem; e loco longinquiore, mei inſtrumenti ope, quam iſtius conſpicilli, literas legere poteram. Attamen in meo inſtrumento corpora objecta multo, quam in iſto conſpicillo vitreo, tenebroſiora videbantur; partim quia plus luminis inter reflectendum a metallo, quam inter refringendum a vitro, intercidebat & amittebatur; & partim, quia inſtrumentum meum nimium ad amplificandum eſſet comparatum. Etenim ſi meum inſtrumentum corpora objecta non amplius triginta aut viginti quinque tantis vero ampliora exhibuiſſet; utique illa clariora jam & lucidiora in eo apparuiſſent. Duo hujuſmodi inſtrumenta, ante hos annos circiter ſexdecim, conſtruxi: quorum alterum adhuc apud me eſt; ipſumque quam vera ſint, quæ ſcribam, cuilibet demonſtrare poterit. Veruntamen id diuturnitate temporis paulo deterius eſt factum. Etenim metalli concavi nitor ſæpius infuſcatus fuit; qui tamen nitor, corii mollioris affrictu, iterum eſt reſtitutus. Cum hæc inſtrumenta confeciſſem; artifex Londinenſis id ſibi ſumpſit, ut ea imitaretur. Verum cum ille metallum alia ratione poliret, quam ego feciſſem; ejus inſtrumentum multum infra mei bonitatem cecidit; uti ex opifice inferiori, qui illi hac in re operam dederat, poſtea audivi. Cæterum ego quidem metallum hac ratione perpolivi. Duas laminas cupreas, alteram convexam, concavam alteram, uncias

ſenas,

Digitized by Google

ſenas diametro complectentes, & inter ſe optime aptatas, accipiebam. Harum ſuper ea quæ convexa erat, metallum objectivum concavum, quod erat mihi poliendum, atterebam uſque eo, donec in figuram laminæ convexæ reſpondentem tornatum eſſet, & ad polituram eſſet paratum. Tum laminam convexam pice liquefacta deſuper inſtillata valde tenuiter induebam, calefaciebamque interea, ut pix tamdiu mollis permaneret, dum eam lamina cuprea concava contererem nonnihil madefacta, quo lamina convexa pice ex æquo uſquequaque diffuſa indueretur. Atque hoc quidem pacto, attritis diutule inter ſe lamellis, picem in ſummam tenuitatem diducebam. Cumque lamina convexa refrigerata eſſet, picem iterum, admota concava lamina, conterebam; ut figuram ſortiretur quam poſſet maxime aptam atque accuratam. Tum ſtanni uſti aliquantum, quod a particulis ſuis craſſioribus multa lotura ſeparaſſem, & in ſummam ſubtilitatem coegiſſem, pici iſti ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava, conterebam uſque eo, donec ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, brachio celeriori, & pluſculo virium adhibito, ad duo circiter triave minuta, atterebam. Tum ſtannum uſtum denuo pici eidem ſuperinjectum, admota iterum lamina cuprea concava conterebam, donec rurſus ſtridere deſiit: & deinde ſuper pice metallum objectivum, ut prius, atterebam. Hocque idem ſæpius iterabam, donec metallum eſſet perpolitum. Ad extremum autem enixius jam, abhibitis totis viribus, atque etiam diutius illud atterebam; picemque, nullo amplius ſuperinjecto ſtanno uſto, ſufflabam identidem, ut ea humida permaneret. Metallum hoc objectivum, latum erat uncias duas, & circiter tertia unciæ parte craſſum, ne forte inflecti poſſet. Duo hujuſmodi metalla habui: & cum utrumque poliviſſem, explorabam utrum eorum melius eſſet: alterumque iterum atterebam, ſi forte ut id adhuc melius eſſet illo, quod apud me ſervaveram, efficere poſſem. Atque hoc pacto, ſæpe experiundo, metalli expoliendi rationem edidici; donec tandem bina illa conſpicilla ſuperius memorata, quæ res objectas reflexione inſpiciendas præberent, fabricaverim. Etenim

nim hæc metalli perpoliendi ars aſſiduo uſu melius, quam præceptis omnibus, ediſci poterit. Antequam metallum objectivum ſuper piceattererem; ſemper ſtannum uſtum, admota lamina cuprea concava, prius ſuper eadem atterebam, uſque eo, donec ſtridere deſiit: quoniam ſtanni uſti particulæ, niſi pici hoc modo ita ſint infixæ, uti nulla ex parte poſſint ſe torquendo excitare; ſeſe hac illac provolvendo interradent metallum objectivum, parvisque innumeris foraminibus aſperum id & inæquale facient.

Verum quandoquidem metallum multo, quam vitrum, difficilius eſt politu; & poſtquam politum eſt, facillime, infuſcato nitore ſuo, ineptum fit ad uſus opticos; atque etiam omnino luminis minus reflectit, quam vitrum argento vivo indutum: ſuaderem equidem, ut, loco metalli, vitrum adhibeatur, ab anteriore ſui parte concavum, a poſteriori autem parte ex æquo convexum, & ab iſta convexa quidem parte argento vivo indutum. Vitrum uſquequaque una eademque prorſus craſſitudine ſit oportet. Alioqui res objectas coloribus variatas exhibebit, & minus diſtinctas. Hujuſmodi vitro adhibito, conatus ſum ante hos quinque aut ſex annos teleſcopium reflectens conſtruere, quod cum in longitudinem eſſet quatuor pedum, corpora objecta circiter centies & quinquagies vero ampliora repræſentaret: planeque adductus eram ut crederem, quo hoc inventum omnibus numeris perfectum atque abſolutum reddi poſſit, nihil præter artificem peritum deeſſe. Etenim vitrum quo utebar, ab artifice quodam Londinenſi politum, eodem modo ac vitra ad conſpicilla tubulata poliri ſolent; quamvis non minus bene expolitum, quam eſſe ſolent vitra objectiva, videretur; tamen, cum deinde argento vivo indutum eſſet, apparebat jam ex reflexione innumeris id undique inæqualitatibus criſpum eſſe. Quæ quidem inæqualitates, quominus objecta in inſtrumento jam dicto cerni diſtincte potuerint, effecerunt. Nam errores radiorum reflexorum ex quavis vitri inæqualitate orti, circiter ſextuplo grandiores ſunt, quam errores radiorum refractorum ex eiſdem vitri inæqualitatibus orituri. Attamen ex hoc experimento illud intellexi;

refle-

Digitized by Google

reflexionem a concava vitri facie, quæ ne omnia perturbaret metueram, nihil hic incommodi, quod quidem ſenſu percipi potuerit, attuliſſe; & conſequenter, quominus hujuſmodi teleſcopia omnibus numeris perfecta conſtrui queant, nihil plane deeſſe præter peritos opifices, qui vitra perpolire & in ſphæræ figuram accurate tornare calleant. Vitrum objectivum ad teleſcopium quatuordecim pedum, ab artifice quodam Londinenſi expoſitum, ipſe quondam multo melius feci, atterendo id ſuper picem ſtanno uſto conſperſam; levi autem ac molli brachio hoc faciebam, ne ſtannum uſtum id interraderet. Annon vitra ad reflectendum comparata, eadem ratione ſatis bene perpoliri poſſint; equidem nondum expertus ſum. Verum quicunque hac vel alia quavis, quæ ei viſa fuerit, vitrorum poliendorum ratione uti volet; certe debebit is vitra ad polituram præparanda, leviori prius manu atterere; & minus virium, quam ſolent opifices Londinenſes in vitris ſuis tornandis, adhibere. Etenim vitra nimis violenter appreſſa, ne flectantur nonnihil inter atterendum, periculum erit. Si autem inflectantur, omnino figura eorum vitiabitur. Quo igitur horum vitrorum reflectentium ſpeculationem iſtiuſmodi artificibus, qui vitrorum figurandorum curioſiores ſint, amplius commendem; conſpicillum antedictum in ſequenti propoſitione ſingulatim deſcribam.

ROPOSITIO VIII. Problema II.

Conſpicilla tubulata in brevitatem contrahere.

SIT *a b d c* [*Fig.* 29.] vitrum, ab anteriore ſui parte *b a* ſphærice concavum; a poſteriori autem parte *c d*, ex æquo convexum: adeo ut uſquequaque una eademque ſit craſſitudine. Cave inæquali craſſitudine ſit; ne res objectas coloribus variatas exhibeat, & minus diſtinctas. Sit porro accurate expolitum, & a poſteriore ſui parte argento vivo indutum; inque tubo *v x y z*, qui intus valde niger ſit oportet, apte in- TAB. V.

 fixum

fixum. Sit *e f g* priſma vitreum aut cryſtallinum, prope ab altera tubi extremitate, in medio collocatum; hoc eſt, anſæ æneæ aut ferreæ *f g k*, ab extremo ſe in latitudinem laxanti atque complanatæ, agglutinatum. Sit priſmatis iſtius angulus *e* rectus; reliqui autem duo anguli *f* & *g* inter ſe accurate æquales, & conſequenter ſemirecti: ſintque planæ facies *f e* & *g e* quadratæ; & conſequenter tertia facies *f g* parallelogrammum rectangulum, cujus longitudo ad latitudinem ſuam erit in ſubduplicata proportione duorum ad unum. Sit priſma iſtud in tubo ita collocatum, ut axis ſpeculi per mediam faciem quadratam *e f* ad perpendiculum tranſeat, & conſequenter per mediam faciem *f g* in angulo 45 graduum. Obvertatur facies *e f* ad ſpeculum: diſtentque priſma & ſpeculum inter ſe tali intervallo, ut radii luminis *p q*, *r s*, &c. qui in ſpeculum incidunt in lineis axi ipſius parallelis, ingrediantur in priſma per faciem *e f*, & reflectantur a facie *f g*, indeque per faciem *g e* exeant ad punctum *t*, quod communem eſſe focum oportet ſpeculi *a b d c*, & vitri ocularii plano-convexi *h*, per quod radii iſti ad oculum egrediantur. Denique radii jam e vitro illo egredientes, tranſmittantur per tenue rotundum foramen, ſive aperturam, in parva lamella ex plumbo, ære, argentove, qua vitrum obtegi oportet: idque foramen ea ſit magnitudine, quæ omnino ad tantum luminis tranſmittendum, quantum ad videndum ſatis ſit, neceſſaria fuerit. Etenim eo pacto res objecta diſtincte videbitur; quippe lamina, in qua id foramen ſit, lucem illam omnem errantem, quæ forte a marginibus ſpeculi *b a* advenerit, intercipiet. Hujuſmodi inſtrumentum bene apteque conſtructum, ſi in longitudinem habeat ſex pedes, (computando longitudinem iſtam a ſpeculo ad priſma, & inde ad focum *t*,) feret aperturam in ſpeculo ad ſex ipſas uncias; & rem objectam ducentis aut trecentis partibus ſpecie ampliorem repræſentabit. Verum apertura hic commodius foramine *h* definitur, quam ſi in ipſo ſpeculo definita eſſet. Si inſtrumentum longius breviuſve faciendum ſit; apertura debebit proportione eſſe, ut cubus radicis quadra-

quadrato-quadratæ longitudinis; & amplificandi potentia, ut apertura. Cæterum conveniens erit, ut ſpeculum ſit uncia una minimum aut duabus latius, quam apertura: itemque ut vitrum, ex quo ſpeculum conſtat, craſſum ſit; ne inter poliendum forte inflectatur. Priſma *e f g* tam parvum eſſe debet, quam poſſit commode fieri; & poſteriorem ipſius faciem *f g* argento vivo indui non oportebit. Quippe ſine argento vivo ea lumen omne, quod ſibi e ſpeculo inciderit, reflectet.

In hoc inſtrumento res objecta videbitur inverſa: verum erigi poterit, efficiendo ut facies quadratæ *e f* & *e g* priſmatis *e f g*, non jam planæ, ſed ſphærice convexæ ſint; ut radii tam antequam in priſma incidant, quam poſtea inter id & vitrum ocularium, ſe decuſſatim ſecent. Porro, ſi poſtuletur ut hoc inſtrumentum ampliorem aperturam ferat; id etiam ita fieri poterit, ſi ſpeculum componatur ex duobus vitris, incluſa intus aqua, conglutinatis.

Veruntamen ſi id omne demum, quod quis expectare aut ſibi proponere queat, arte poſſet effici; nihilominus certi eſſent limites, ultra quos teleſcopia nullo modo perfici poſſent. Etenim aer, quem tranſpicimus, perpetuo tremit; uti videre eſt ex metu tremulo umbrarum de turribus altis projectarum, & ex Stellarum fixarum ſcintillatione. At Stellæ iſtæ non ſcintillant, cum aſpiciuntur per teleſcopia, quæ latas habent aperturas. Etenim luminis radii, qui per diverſas partes aperturæ tranſeunt, tremunt ſinguli ſeorſum; variiſque & contrariis tremoribus incidunt uno eodemque tempore in diverſa puncta in fundo oculi; celerioribus utique motibus, & confuſioribus, quam ut ſeparatim ſenſu percipi poſſint. Quæ quidem omnia puncta, conſtituunt unum latum punctum lucidum, compoſitum ex multis illis punctis trementibus, motu celerrimo & vibrationibus breviſſimis inter ſe confuſe & inſenſibiliter permixtis; efficiuntque ut Stella juſto latior videatur, itemque ſine ullo totius tremore, qui quidem ſenſu percipi poſſit. Teleſcopia longa efficere poterunt ut objecta videantur lucidiora & ampliora;

pliora: at nullo modo ita comparari, ut confuſioni iſti, quæ ex aëris tremoribus oritur, remedium afferre queant. Remedium unicum eſt aer ſereniſſimus, qualis fortean in ſummis montium altiſſimorum verticibus ſupra nubes craſſiores reperiatur.

OPTI-

Digitized by Google

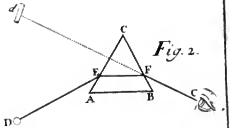


Fig. 2.

Fig. 3.

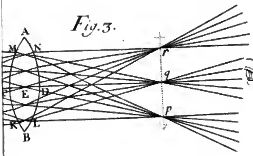


Fig. 5.

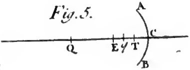
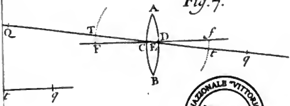


Fig. 7.

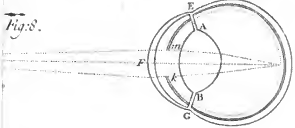


BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig: 8.



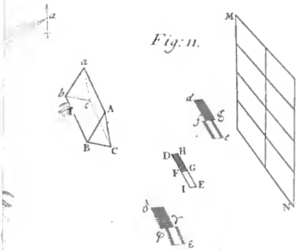


Fig: 11.

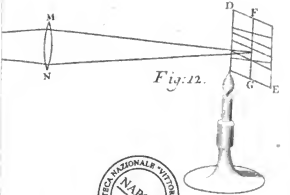


Fig: 12.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

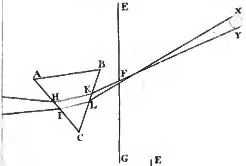
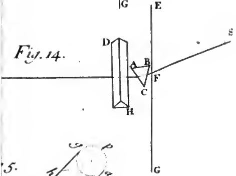


Fig. 14.



5.

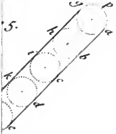
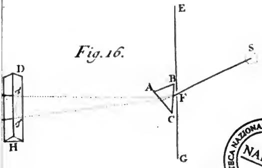


Fig. 16.

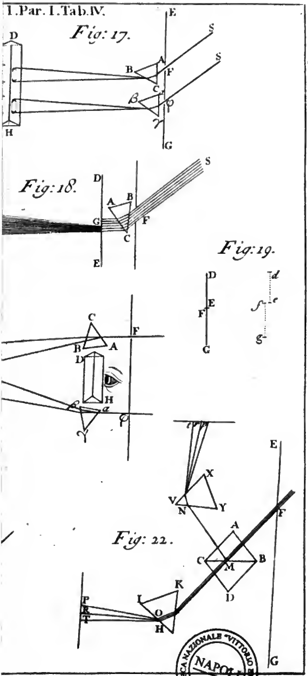


BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III - NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

I. Par. I. Tab. IV.

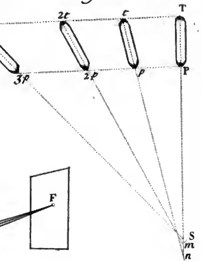


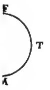
BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig: 26.





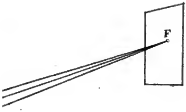


Fig: 28.

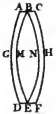
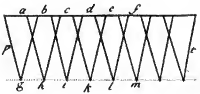


Fig. 25.



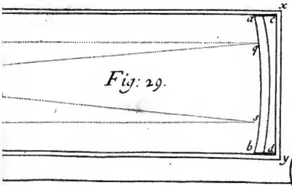


Fig: 29.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI
Digitized by Google

Digitized by Google

OPTICES
LIBER PRIMUS.
PARS SECUNDA.

PROPOSITIO I. THEOREMA I.

Phænomena colorum in refracto aut reflexo lumine, non oriuntur ex novis modificationibus luminis, quæ, pro variis luminis umbræque terminationibus, varie ſint impreſſæ.

Probatio ab Experimentis deſumpta.

EXPERIMENTUM I.

ET ENIM ſi Solis radius in cubiculum valde tenebricoſum immittatur per foramen oblongum F, [*Fig.* 1.] TAB. I. cujus latitudo ſit $\frac{1}{6}$ aut $\frac{1}{8}$ unciæ, vel paulo minor eo; iſque radius FH trajiciatur deinde, primo per priſma ampliſſimum A B C, quod intervallo circiter viginti pedum a foramine diſtet, eique parallelum ſit; poſtea autem tranſeat (alba nimirum iſtius radii

Digitized by Google

pars) per corporis nigri & opaci G I foramen oblongum H circiter $\frac{1}{40}$ aut $\frac{1}{80}$ unciæ parte latum, quod intervallo duorum triumve pedum a priſmate, ſituque tum ad ipſum priſma tum ad prius foramen parallelo, ſit collocatum; ſique hoc lumen album, ita per foramen H tranſmiſſum, incidat deinceps in chartam albam *p t*, ultra id foramen H, interjecto trium quatuorve pedum intervallo, collocatam; ibique depingat ſolitos priſmatis colores; puta rubrum ad *t*, flavum ad *ſ*, viridem ad *r*, cæruleum ad *q*, & violaceum ad *p*: ſi hæc, inquam, ita diſpoſita ſint; poteris, interponendo virgulam ferream, aut aliud quodlibet tenue opacum corpus, cujus latitudo ſit circiter $\frac{1}{10}$ unciæ; eoque pacto intercipiendo radios ad *k*, *l*, *m*, *n*, vel *o*; efficere, ut colorum unus quilibet ad *t*, *ſ*, *r*, *q*, aut *p*, evaneſcat; dum reliqui, ut prius, in charta adhuc apparebunt, nihil immutati: vel, interpoſita virgula paulo latiori, efficere poteris ut colores bini quilibet, ternive, aut quaterni, nihil mutatis reliquis, evaneſcant: adeo ut colorum alius quilibet, æque ac violaceus, poſſit exterior fieri in confinibus umbræ ad *p*; & alius quilibet, æque ac ruber, poſſit exterior fieri in confinibus umbræ ad *t*; item quilibet eorum poſſit confinis eſſe ei umbræ, quæ, interpoſitu virgulæ R intermediam aliquam luminis partem intercipientis, in medio imaginis intra ipſos colores fiat; & denique quilibet eorum, ſi interceptis reliquis, ſolus relinquatur, poſſit umbræ ex utraque ſui parte ſimul confinis eſſe. Scilicet ſinguli colores, quælibet umbrarum confinia ſine ullo diſcrimine ferunt: & conſequenter horum colorum diverſitas inter ſe, non oritur (quomodo philoſophi adhuc docuerunt) ex diverſis umbrarum confiniis, quibus lumen varie modificetur. Cæterum id in hiſce experimentis capiendis obſervandum eſt: quanto foramina F & H tenuiora fiant, eorumque ac priſmatis intervalla ſint majora, cubiculumque tenebroſius ſit factum; tanto melius ſub manus ſuccedere experimentum; modo lumen non uſque eo diminuatur, quin colores ad *p t*, ſatis adhuc clare diſcerni queant. Priſma ex vitro quidem ſolidum comparare, quod ad hoc experimentum ſatis magnum ſit, difficile

Digitized by Google

cile fuerit. Quare vas ex laminis vitreis perpolitis, in formam priſmatis, incluſa intus aqua ſalſa vel oleo claro, conglutinatis adhiberi poterit.

EXPERIMENTUM II.

Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum per foramen F [*Fig.* 2.] rotundum & ſemuncia latum immiſſus, tranſibat TAB. I.
primo per priſma A B C foramini iſti admotum, & deinde per lentem P T paulo amplius quatuor uncias latam, & circiter octo pedibus a priſmate diſtantem; indeque convergebat ad O, focum lentis, circiter tribus pedibus ab ipſa lente diſtantem; quo in loco incidebat denique in chartam albam D E. Quando charta iſta lumini incidenti objecta erat ad perpendiculum, quomodo in poſitu D E depicta eſt; colores univerſi, ei in O incidentes, albi apparebant. At quando charta circa axem ſuum priſmati parallelum ita convertebatur, ut ad lumen valde facta eſſet inclinata; quomodo in poſitionibus *e d* & *ε δ* depicta eſt: jam illud idem lumen in uno caſu flavum atque rubrum apparebat, in altero cæruleum. Hic una eademque luminis pars, in uno eodemque loco, pro variis chartæ inclinationibus, uno in caſu alba apparebat, in alio flava aut rubra, in alio cærulea; interea dum luminis umbræque confinium, priſmatiſque refractiones, in hiſce omnibus caſibus plane eadem manebant, nihilque immutata.

EXPERIMENTUM III.

Aliud conſimile experimentum facilius etiam hoc modo capi poterit. Amplior Solis luminis radius per feneſtræ operculi foramen in cubiculum tenebricoſum tranſmiſſus, refringatur majori priſmate A B C, [*Fig.* 3.] cujus angulus refringens C TAB. I.
ſit amplius ſexaginta graduum: & ſimul ut primum iſte radius e priſmate exierit, incidat deinceps in chartam albam D E, a tergo inſpiſſatam ad rigiditatem. His ita diſpoſitis: quum

 charta

Digitized by Google

charta lumen illud excipiat ad perpendiculum objecta, quomodo ad D E depicta eſt; id ſuper charta videbitur album plane: quum autem charta ad lumen valde ſit inclinata, ita tamen ut axi priſmatis ſemper parallela ſit; utique ejus totius luminis albor, qui ſuper charta viſus fuerat, jam pro eo ac charta in hanc vel illam partem inclinata ſit, immutabit ſe vel in colorem flavum & rubrum, ut in poſitu *e d*; vel in cæruleum & violaceum, ut in poſitu *ε δ*. Quod ſi id lumen, antequam in chartam incidat, duobus priſmatibus inter ſe parallelis bis fuerit refractum ad eaſdem partes; jam colores ante dicti, multo evidentiores clarioreſque videbuntur. In hoc experimento, mediæ omnes partes latioris illius albi luminis radii, qui in chartam incidebat, utique ſine ullo umbræ confinio, qua modificari poſſent, factæ ſunt coloratæ; idque ea ratione, ut unum eundemque colorem uſquequaque induerint; quippe cum in medio chartæ idem ſemper, atque in extremis, color eſſet; iſque color ſe pro varia chartæ reflectentis obliquitate immutaret, ſine ulla vel refractionum vel umbræ vel luminis ipſius in chartam incidentis mutatione. Quare horum colorum cauſa, non novis luminis modificationibus, quæ ex refractionibus ſcilicet atque umbris ortum habeant, ſed omnino alii alicui rei tribuenda eſt.

Quod ſi jam ea cauſa, quæ ſit, quæratur: Reſpondeo; chartam in poſitu *e d*, quum radiis magis refrangibilibus obliquius quam minus refrangibilibus objecta ſit, utique à poſterioribus fortius quam a prioribus illuminari; ac proinde radios minus refrangibiles tum in lumine reflexo prævalere & dominari: qui quidem radii, ubicunque prævalent, lumen ſemper colore rubro aut flavo inficiunt; uti ex prima propoſitione primæ Partis hujus Libri quodam modo apparere poteſt, & uberius infra comprobabitur. Quum autem charta in poſitu *ε δ* collocata ſit; omnia tum contra, ac dicta ſunt, eveniunt: radiis nimirum magis refrangibilibus, qui lumen colore cæruleo & violaceo ſemper inficiunt, tum prævalentibus.

EXPERI-

Digitized by Google

Experimentum IV.

Colores bullarum, quibus pueri ludere ſolent, varii ſunt; ſitumque ſuum, nulla habita umbræ confinii ratione, varie immutant. Si hujuſmodi bulla vitro concavo tecta ſit, quominus vento aliove ullo aeris motu agitetur; colores ſitum ſuum lente & regulariter mutabunt, etiam dum oculus & bulla & corpora omnia, quæ vel lumen emittant, vel umbram projiciant, immota manent. Itaque colores hujuſmodi bullarum oriuntur ex cauſa aliqua regulari, quæ ex umbræ confinio nullo modo pendet. Ea autem cauſa, quæ ſit, in ſecundo Libro oſtendetur.

Ad hæc experimenta addi poteſt decimum experimentum primæ Partis hujus Libri; ubi Solis lumen in cubiculo tenebricoſo per parallelas binorum priſmatum in formam parallelopipedi colligatorum ſuperficies trajectum, cum jam e priſmatibus emergeret, ex toto flavum aut rubrum apparebat uniformiter. Ad quorum quidem colorum generationem, nihil omnino conferre poterat confinium umbræ. Etenim id lumen ſe ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ex ordine mutat; ſine ulla umbræ confinii mutatione. Et in ambobus extremis luminis emergentis lateribus, ubi contraria umbræ confinia contrarios effectus obtinere deberent, color unus idemque eſt, ſive ſit albus, flavus, aureus, ſive ruber. Atque etiam in medio luminis emergentis, ubi nullum eſt omnino umbræ confinium, color idem eſt plane qui in extremis: nempe totum lumen, cum primum emergit, unius eſt plane ac uniformis coloris, ſive is ſit albus, flavus, aureus, ſive ruber; indeque progreditur ſine ulla amplius coloris mutatione, qualem umbræ confinium in lumine refracto poſt emergendum efficere vulgo creditur. Neque vero fieri poteſt, ut colores iſti ex novis aliquibus modificationibus a refractione lumini impreſſis oriantur: quippe illi quidem ſe ex albo in flavum, aureum, & rubrum, ordine immutant; dum refractiones plane eædem manent: atque etiam refractiones iſtæ a ſuperficiebus inter ſe parallelis, quæ ſuos ipſarum invicem effec-

tus retexunt, in contrarias partes factæ ſunt. Colores iſti igitur non oriuntur ex ullis modificationibus, quas refractiones vel umbræ lumini imprimere potuerint; ſed ex alia aliqua cauſa oriantur neceſſe eſt. Ea autem cauſa quæ ſit, ſupra in decimo illo experimento oſtendimus; & quæ ibi dicta ſunt, nihil opus eſt ut hic repetamus.

Aliud adhuc hujus experimenti adjunctum eſt, non parvi momenti. Cum enim id lumen emergens refringatur iterum tertio prifmate H I K [*Fig.* 22. *Par.* 1.] in chartam P T, ibique depingat ſolitos priſmatis colores, rubrum, flavum, viridem, cæruleum & violaceum: ſi jam colores iſti ex eo orirentur, quod id priſma lumen aliquo modo refractionibus ſuis modificaret; utique illi non ineſſent in eo lumine, jam antequam id in priſma iſtud incideret. Attamen in experimento ante dicto res ita ſe habuit, ut cum, convertendo bina priora priſmata circa axem ſuum communem, colores omnes, excepto rubro evaneſcerent; id lumen, quod colorem rubrum exhibuit, jam ſolum relictum, apparuerit eodem plane colore rubro, etiam antequam in tertium priſma incideret. Et in univerſum quidem ex aliis experimentis rem ita ſe habere comperimus, ut cum radii, qui refrangibilitate inter ſe differant, a ſe invicem ſeparati ſint; eorumque unum quodvis genus ſeorſum conſideretur; color, quem illi tum conſtituunt, non poſſit ulla refractione aut reflexione, quæcunque ea ſit, mutari: quomodo omnino ſane mutari deberet, ſi colores nihil aliud eſſent, quam modificationes lumini a refractionibus, reflexionibus, umbriſque impreſſæ. Hanc porro coloris immutabilitatem, ſupereſt ut in ſequenti propoſitione deſcribam.

TAB. IV. PART. I.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITIO II. Theorema II.

Omne lumen homogeneum, colorem habet proprium & ſuum, refrangibilitati ſuæ reſpondentem; iſque color nullis reflexionibus aut refractionibus mutari poteſt.

IN experimentis quartæ propoſitionis primæ Partis hujus Libri; cum radios heterogeneos a ſe invicem ſeparaſſem; imago *p t* ex radiis a ſe invicem ſeparatis compoſita, videbatur ab uſque una extremitate *p*, quo radii maxime refrangibiles incidebant, ad alteram extremitatem *t*, quo radii minime refrangibiles incidebant, induta coloribus ex ordine, violaceo, indico, cæruleo, viridi, flavo, aureo, rubro, innumeriſque intermediis coloribus, per differentias quam minimas ab uno extremo ad alterum extremum pergentibus, & ſerie continuata in ſe invicem perpetuo deſinentibus. Adeo ut totidem eſſe viderentur colores, quot eſſent radiorum inter ſe refrangibilitate differentium genera: qui tamen omnes ſub ſpeciebus & nominibus colorum ſeptem principalium prædictorum comprehendi poſſint, tanquam eorum gradus innumeri.

Experimentum V.

Jam colores hoſce non potuiſſe refractione mutari, inde intellexi, quod quum luminis iſtius modo unam exiguam partem, modo aliam exiguam partem, priſmate refringerem; quomodo in duodecimo experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; color luminis nunquam ea refractione eſſet quicquam omnino immutatus. Cum enim rubri luminis pars ulla refringeretur; ea omnis ſemper eodem plane colore rubro permanſit, ac fuerat initio. Nihil coloris aurei, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil ullius novi coloris, ea unquam refractione eliciebatur. Neque vero ſæpius repetitis refractionibus color iſte quicquam omnino immutabatur; ſed ſemper idem prorſus

prorſus color ruber permanſit, qui fuerat initio. Eandem quoque conſtantiam & immutabilitatem in cæruleo, viridi, cæteriſque coloribus inveniebam. Similiter, quum per priſma oculo admotum, corpus aliquod parte ulla luminis hujuſce homogenei illuminatum inſpicerem; quomodo in decimoquarto experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; nullum unquam colorem novum ea ratione generatum obſervare potui. Omnia corpora lumine heterogeneo quidem illuminata, confuſa admodum (uti ſupra dictum eſt) per priſma inſpicienti, variiſque novis induta coloribus videntur. At corpora lumine homogeneo illuminata, nihilo minus diſtincta per priſma inſpicienti, neque aliis coloribus induta videbantur, quam cum nudis oculis aſpicerentur. Omnino colores ipſorum, refractione interpoſiti priſmatis nihil quicquam immutabantur. Cæterum cum coloris mutationem nullam hic eſſe factam dico, id ita dictum velim, ut de mutatione quæ ſenſu percipi poſſit, intelligatur. Etenim lumen quod ego hic appello homogeneum, cum non ſit plane perfecteque homogeneum; utique ex perpaululo, quod ei adhuc admixtum ſit, heterogenei luminis, perexigua aliqua coloris mutatio oriatur neceſſe eſt. Verum ſi id heterogenei luminis tam puſillum ſit factum, quam experimentis ante dictis quartæ propoſitionis fieri poſſit; ſane illa coloris mutatio minor erit, quam quæ ſenſu percipi queat; ac proinde in experimentis, quæ ſint ſenſus judicio exiſtimanda, pro nulla haberi debet.

EXPERIMENTUM VI.

Porro, ut colores iſti nulla refractione, ſic neque ulla reflexione, immutari potuerunt. Etenim corpora omnia, quæ eſſent natura colore albo, cinereo, rubro, flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo: ut charta, cineres, minium, auripigmentum, indicum, cæruleum montanum, aurum, argentum, cuprum, herba, cyanus, viola, bullulæ aquæ variis coloribus indutæ, plumæ pavoniæ, ligni nephritici infuſio, & ſimilia; ea in lumine rubro homogeneo poſita, plane rubra videbantur; in lumine cæruleo

ruleo, plane cærulea; in lumine viridi, plane viridia: & in univerſum, quicunque color eſſet homogenei luminis, in quo hujuſmodi corpora collocata eſſent; iſtum illa omnia ſemper exhibebant colorem; eo ſolum diſcrimine, quod illorum alia lumen iſtud fortius reflecterent, alia languidius. Nullum autem unquam corpus inveni, quod luminis homogenei colorem reflectendo immutare potuerit, ita quidem ut res ſenſu perciperetur.

Ex quibus omnibus manifeſtum eſt, ſi Solis lumen ex uno ſolo radiorum genere conſtaret, futurum utique ut unus omnino omnium eſſet rerum color; neque ullo modo fieri poſſet, ut reflexionibus aut refractionibus ullus unquam novus color generaretur. Unde conſequens eſt, colorum eam quam videmus varietatem, omnino ex compoſitione luminis oriri atque pendere.

DEFINITIO.

ID homogeneum lumen, ſive radios eos, qui colorem rubrum exhibent, vel potius qui efficiunt ut corpora objecta colorem rubrum exhibeant; eos ego *rubrificos* ſive *rubros* appello: quique efficiunt ut corpora objecta colore flavo, viridi, cæruleo, aut violaceo videantur; eos radios *flavos*, *virides*, *cæruleos*, aut *violaceos* appello. Et quandocunque lumen ſive radios, coloratos vel coloribus imbutos dicere videar; id ſemper ita dictum velim, ut non philoſophice & proprie, ſed ad vulgus id dictum intelligatur; ſive congruenter ideis iſtis, quas vulgus, cum hujuſmodi experimenta videant, ſibi animo fingere ſolent. Etenim radii, ſi proprie loqui velimus, non ſunt colorati. In eis nihil aliud ineſt, niſi potentia quædam ſive diſpoſitio, qua ita comparati ſunt, ut ſenſum hujus vel illius coloris in nobis excitent. Quemadmodum enim ſonus in campana aut chorda muſica aut quovis corpore ſonante, nihil aliud eſt niſi motus quidam tremulus; & in aere, nihil aliud niſi motus iſte a corpore ſonante propagatus; in ſenſorio autem, ſenſus motus iſtius ſub forma ſoni: ſic colores, in rebus quidem

Digitized by Google

objectis, nihil aliud ſunt niſi diſpoſitio, qua illæ hoc vel illud genus radiorum copioſius quam cæteros reflectunt; & in radiis, nihil aliud niſi diſpoſitio, qua illi hunc vel illum motum ad ſenſorium tranſmittunt; in ſenſorio autem, ſenſus motuum iſtorum ſub forma colorum.

PROPOSITIO III. PROBLEMA I.

Definire refrangibilitatem diverſorum generum homogenei luminis, coloribus ſuis diverſis reſpondentem.

AD hoc problema expediendum, ſubjectum experimentum excogitavi.

EXPERIMENTUM VII.

TAB. I. Quum imaginis coloratæ priſmate effictæ latera rectilinea A F, G M, [*Fig.* 4.] ut diſtinctis terminis finirentur effeciſſem, ea ratione quæ in quinto experimento primæ Partis hujus Libri expoſita eſt; reperiebantur in ea omnes colores homogenei, eodem ordine eodemque ſitu inter ſe diſpoſiti, ac in imagine ex lumine ſimpliciſſimo compoſita, quam in quarta propoſitione ejus primæ Partis deſcripſimus. Etenim circuli, qui imaginem ex lumine compoſito P T conſtituunt, quique in mediis partibus imaginis valde inter ſe permixti ſunt; iidem in extremis partibus, ubi rectilinea ipſius latera A F & G M tangunt, non ſunt commixti: quam quidem ob cauſam in iſtis rectilineis lateribus, cum utique illa diſtincte definita ſint, nullus novus color refractione generatur. Obſervabam etiam, quum quolibet in loco inter duos extremos circulos T M F & P G A, linea aliqua recta, ut $\gamma\delta$, imagini tranſverſa, ita ducta eſſet, ut utroque ſui extremo in rectilinea imaginis latera ad perpendiculum incideret; apparuiſſe ſemper unum eundemque colorem, atque etiam eundem coloris iſtius gradum, in tota illa linea ab una uſque extremitate ad alteram. Delineabam itaque in charta perime-

rimetrum imaginis F A P G M T; cumque tertium experimeutum primæ Partis hujus Libri caperem, chartam iſtam ita collocabam, ut imago colorata in diagramma ſuper charta delineatum incideret, & in id apte accurateque conveniret. Quod cum fieret, juſſi ut amicus qui interfuit, & cujus oculi coloribus diſcernendis acriores quam mei eſſent, notaret lineis rectis $\alpha\beta$, $\gamma\delta$, $\epsilon\zeta$, *&c.* imagini in tranſverſum ductis, confinia colorum; nimirum coloris rubri, M $\alpha\beta$ F; aurei, $\alpha\gamma\delta\beta$; flavi, $\gamma\epsilon\zeta\delta$; viridis, $\epsilon\eta\theta\zeta$; cærulei, $\eta\iota\kappa\theta$; indici, $\iota\lambda\mu\nu$; & violacei, λ G A ν. Atque hac quidem operatione, cum eam ſæpius & in eadem & in diverſis chartis iteraſſem, obſervationesque bene inter ſe congruere comperiſſem, inveniebam rectilinea imaginis latera M G & F A a lineis illis tranſverſis in proportionem chordæ muſicæ eſſe diviſa. Producatur igitur G M ad X, ita ut M X æqualis ſit ipſi G M; & concipiantur G X, λ X, ι X, η X, ϵ X, γ X, α X, & M X, eam inter ſe proportionem habere, quam habent numeri 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; atque adeo repræſentare chordas clavis, & toni, tertiæ minoris, quartæ, quintæ, ſextæ majoris, ſeptimæ, & octavæ ſupra iſtam clavim: jamque intervalla M α, $\alpha\gamma$, $\gamma\epsilon$, $\epsilon\eta$, $\eta\iota$, $\iota\lambda$, & λ G, erunt ipſa ſpatia, quæ colores ſinguli, ruber, aureus, flavus, viridis, cæruleus, indicus & violaceus, occupent.

Quoniam autem hæc intervalla, ſive ſpatia, ſubtendunt differentias refractionum radiorum illorum, qui proficiſcuntur ad colorum ante dictorum limites, hoc eſt, ad puncta M, α, γ, ϵ, η, ι, λ, G; utique hæc intervalla, ſine errore ſenſibili, poterunt exiſtimari proportionalia differentiis ſinuum refractionis eorundem radiorum, unum communem ſinum incidentiæ habentium. Quare, cum communis radiorum maxime minimeque refrangibilium ſinus incidentiæ e vitro in aerem, ſit proportione (quomodo ratione ſupra expoſita comperimus) ad eorundem refractionis ſinus, ut 50 ad 77 & 78; divide jam differentiam iſtorum ſinuum refractionis 77 & 78, ſimili proportione ac linea G M dictis intervallis diviſa eſt; & habebis 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78, ſinus refractionis diver-

M 2 ſorum

ſorum radiorum ante dictorum e vitro in aerem tranſeuntium, cum communis omnium ſinus incidentiæ ſit 50. Itaque ſinus incidentiarum radiorum omnium rubrorum e vitro in aerem, fuerunt ad ſinus refractionum ſuarum, proportione non majori quam 50 ad 77, nec minori quam 50 ad $77\frac{1}{8}$; ſed proportiones omnes intermedias habuerunt. Similiter ſinus incidentiarum radiorum viridium, ad ſinus refractionum ſuarum, proportiones omnes habuerunt, inter eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{3}$, & eam quæ eſt 50 ad $77\frac{1}{2}$. Atque itidem limitibus ante dictis, radiorum omnium ad reliquos quoque colores pertinentium refractiones definiebantur; finibus radiorum rubrorum progredientibus ſcilicet, a 77 ad $77\frac{1}{8}$; aureorum, a $77\frac{1}{8}$ ad $77\frac{1}{5}$; flavorum, a $77\frac{1}{5}$ ad $77\frac{1}{3}$; viridium, a $77\frac{1}{3}$ ad $77\frac{1}{2}$; cæruleorum, a $77\frac{1}{2}$ ad $77\frac{2}{3}$; indicorum a $77\frac{2}{3}$ ad $77\frac{7}{9}$; & violaceorum, a $77\frac{7}{9}$ ad 78.

Hæ ſunt leges refractionum radiorum e vitro in aerem tranſeuntium: unde, ex tertio axiomate primæ Partis hujus Libri, leges refractionum radiorum ex aere contra in vitrum tranſeuntium, facile deduci poterunt.

EXPERIMENTUM VIII.

Obſervavi præterea, cum lumen ex aere per diverſa refringentia media inter ſe contigua, ut aquam & vitrum, tranſmittatur, indeque iterum in aerem tranſeat; id lumen, ſive ſuperficies quibus id refringatur parallelæ ſint inter ſe, ſive inclinatæ, tamen quotieſcunque contrariis refractionibus ita correctum ſit, ut emergat tandem in lineis parallelis ad eas in quibus inciderit, deinceps ſemper album permanere: ſin radii tandem emergentes, ſint incidentibus inclinati; tum luminis emergentis albitudinem, pro eo ut id a loco emerſionis ulterius progrediatur, paulatim ſe ab extremis ſui partibus in colores induere. Hoc expertus ſum ſatis accurate, refringendo lumen per priſmata vitrea in vaſe priſmatico aquæ pleno collocata. Jam quidem colores iſti id indicant; radios heterogeneos inæqualibus

qualibus ſuis refractionibus divergere & a ſe invicem ſeparatos eſſe; quomodo ex iis, quæ ſequuntur, plenius apparebit: e contrario autem, permanens alterius luminis albitudo illud oſtendit; radios ſimiliter incidentes neque poſt emergendum a ſe invicem ſeparatos eſſe, neque ullam conſequenter totarum fuiſſe refractionum inæqualitatem. Unde duo ſequentia theoremata colligere mihi videor.

1°. Exceſſus ſinuum refractionis variorum generum radiorum, ſuper communem ſinum incidentiæ, cum refractiones fiant e pluribus diverſis mediis denſioribus immediate in unum idemque medium rarius, puta aerem tenuiſſimum; eſſe inter ſe in data proportione.

2°. Proportionem ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis radiorum unius ejuſdemque generis ex uno quovis medio in aliud tranſeuntium, compoſitam eſſe ex proportione ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e primo medio in quodvis tertium, & ex proportione ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis e tertio illo medio in ſecundum.

Ex primo theoremate, data refractione radiorum unius cujuſvis generis, inveniuntur refractiones radiorum omnium generum e quovis medio in aerem tranſeuntium. Exempli gratia: ſi refractiones cujuſque generis radiorum ex aqua pluvia in aerem tranſeuntium, quæ ſint, quærantur; ſubducatur communis ſinus incidentiæ e vitro in aerem, de ſinibus refractionis; eorumque exceſſus erunt 27, $27\frac{1}{8}$, $27\frac{1}{5}$, $27\frac{1}{3}$, $27\frac{1}{2}$, $27\frac{2}{3}$, $27\frac{7}{9}$, 28. Pone jam ſinum incidentiæ radiorum minime refrangibilium ex aqua pluvia in aerem tranſeuntium, eſſe ad ſinum refractionis eorundem, ut 3 ad 4; & ſupputa hoc modo: Ut 1, quæ eſt differentia iſtorum ſinuum, ad 3, qui eſt ſinus incidentiæ; ſic 27, qui eſt minimus exceſſuum ſupra memoratorum, ad quartum numerum 81; eritque jam iſte numerus 81, communis ſinus incidentiæ ex aqua pluvia in aerem; ad quem quidem ſinum ſi addas ſingulos ſupra memoratos exceſſus, habebis tandem ſinus refractionum quæſitos, 108, $108\frac{1}{8}$, $108\frac{1}{5}$, $180\frac{1}{3}$, $108\frac{1}{2}$, $108\frac{2}{3}$, $108\frac{7}{9}$, 109.

Ex poſteriori theoremate invenitur refractio e medio uno in alterum, quando datæ ſunt refractiones ex utroque eorum in quodvis tertium. Exempli gratia: ſi ſinus incidentiæ cujuſvis radii e vitro in aerem, ſit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 20 ad 31; ſinus autem incidentiæ ejuſdem radii ex aere in aquam, ſit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 4 ad 3; utique ſinus incidentiæ iſtius radii e vitro in aquam, erit ad ſinum refractionis ſuæ, ut 20 ad 31 & 4 ad 3 conjunctim, hoc eſt, ut factum ex 20 & 4 ad factum ex 31 & 3, ſive ut 80 ad 93.

Atque ſi hæc quidem theoremata in Opticen recipiantur, ampliſſima jam ſcientiam iſtam nova ratione fuſe copioſeque tractandi patebit materies; quippe cum non modo doceri jam poſſint ea, quæ ad viſum amplius perficiendum pertineant; verum etiam mathematice definiri omne genus colorum phænomena, quæ ex refractionibus oriri queant. Etenim quo hoc fiat, nihil aliud requiritur, niſi ut inveniantur radiorum heterogeneorum ſeparationes, eorumque variæ mixturæ inter ſe, & qua proportione eæ ſingulæ mixturæ fiant. Hoc ipſo ratiocinandi genere, ego omnia fere phænomena quæ quidem in his libris expoſita ſint, atque etiam alia quædam in præſenti materie minus neceſſaria memoratu, inveni. Ex ſucceſſu autem, quem ipſe in his rebus experiundis nactus ſum, ſpondere auſim, qui recte prius argumentatus fuerit, & deinde omnia bonis cum vitris juſtaque cum circumſpectione experiundo tentaverit, eum ſpem ſuam non fruſtraturam. Verum id ante intelligat oportet; ex quibuſvis coloribus quavis proportione commixtis, qui demum de novo orituri ſint colores.

PRO-

PROPOSITIO IV. Theorema III.

Colores compoſitione procreari poſſunt, qui luminis homogenei coloribus plane ſimiles ſint futuri, in ſpeciem quidem & ad oculorum ſenſum, non autem in coloris immutabilitatem & ad conſtitutionem ac naturam luminis. Iique colores, quanto magis compoſiti ſunt, tanto minus largi intenſique fiunt; donec nimia tandem compoſitione dilutiores languidioresque facti, penitus demum evaneſcant, in album vel ſubalbidum converſi. Fieri quoque poteſt ut colores compoſitione producantur, qui nullis homogenei luminis coloribus prorſus ſimiles ſint futuri.

ETenim ex mixtura rubri atque flavi homogeneorum, oritur color aureus in ſpeciem ei plane ſimilis, qui in colorum ſimplicium priſmate exhibitorum ſerie inter rubrum iſtum atque flavum interjacet. Verum lumen unius horum colorum aureorum, homogeneum eſt ad refrangibilitatem; alterius autem, heterogeneum: item unius horum colorum ſpecies, cum per priſma inſpiciatur, eadem manet nec quicquam immutata; alterius autem, mutatur & reſolvitur in colores ſuos ſimplices, rubrum atque flavum. Similiter, ex aliis homogeneis coloribus inter ſe propinquis, componi poterunt novi colores, qui ſint coloribus homogeneis interjacentibus ſimiles. Exempli gratia: ex flavo & viridi inter ſe commixtis, oritur color inter eos medius: & ſi huic deinceps ſuperaddideris cæruleum; fiet ex omnibus color viridis, qui eſt trium illorum inter ſe permixtorum medius. Etenim flavus & cæruleus, ſi ſint æqua portione admixti, viridem intermedium in iſta permixtione ad ſe utrinque ex æquo pertrahent, & quaſi paribus virium momentis libratum ſervabunt, ut is neque ad flavum ex una parte, neque ad cæruleum ex altera deſcendat, ſed commixtis utriuſque actionibus color inter utrumque medius permaneat. Ad hunc viridem permixtum, adhuc ſuperadjici poterit nonnihil rubri ac violacei; & tamen color viridis non continuo evaneſcat, ſed lan-

languidior ſolummodo & ſubpallidus fiat; donec, amplius adauctis coloribus rubro & violaceo, viridis iſte magis magiſque dilutus factus ſuperetur tandem nimietate colorum adjectorum, & in albitudinem aut alium aliquem colorem immutetur. Similiter, ſi ad lumen homogeneum cujuſvis coloris, adjiciatur album Solis lumen, quod eſt ex omnibus radiorum generibus compoſitum; color iſte non continuo evaneſcet aut genus ſuum immutabit, ſed duntaxat dilutior fiet; & pro eo ut luminis albi amplior adſeratur acceſſio, magis adhuc magiſque dilutus erit factus perpetuo. Denique, ſi ruber & violaceus inter ſe permiſceantur; orientur inde varii colores purpurei, pro eo, qua proportione illi invicem commixti fuerint, diverſi inter ſe; neque ullius coloris homogenei ſpeciem aut ſimilitudinem habentes: Atque ex his quidem purpureis, admixto flavo & cæruleo, alii itidem novi colores produci poterunt.

PROPOSITIO V. Theorema IV.

Albitudo & colores omnes cinerei inter album & nigrum, componi poſſunt ex coloribus: & Solis luminis albor compoſitus eſt ex primariis omnibus coloribus, apta portione inter ſe commixtis.

Probatio ab experimentis deſumpta.

Experimentum IX.

CUM Solis luminis radius in cubiculum tenebricoſum per parvum rotundum feneſtræ operculi foramen tranſmiſſus, & deinde per priſma refractus, depingeret in pariete coloratam Solis imaginem P T; [*Fig.* 5.] objeci ante iſtam imaginem chartam albam V, ita ut ea lumine colorato ab imagine reflexo illuminaretur, nec tamen ullam partem luminis a priſmate ad imaginem tranſeuntis interciperet. Obſervavi autem, quum charta propius ad unum aliquem imaginis colorem, quam ad cæteros admota

TAB. I.

Digitized by Google

admota eſſet; tum eam illo colore, ad quem propius admota eſſet, infectam apparere: quum autem æquali aut fere æquali intervallo ab omnibus coloribus diſtaret, adeo ut ex æquo omnium lumine reflexo illuminaretur; tum albam apparere. In hac ultima autem chartæ poſitione, ſi colorum aliqui interciperentur, charta albitudinem ſuam continuo amiſit, & eum deinceps colorem induebat, qui eſſet reliqui luminis non intercepti color. Itaque charta ea illuminata erat radiis variorum colorum, nempe rubris, flavis, viridibus, cæruleis & violaceis; & unaquæque luminis iſtius pars ſuum colorem retinebat, donec in chartam incideret, indeque ad oculum reflecteretur: adeo ut ſi quod lumen unius certi coloris vel ſolum fuiſſet, (intercepto nimirum reliquo lumine,) vel ſi nimia portione reliquis coloribus admixtum fuiſſet, & poinde in lumine a charta reflexo prævaluiſſet ac dominatum eſſet; utique id ſuo colore chartam infecturum fuiſſet. Nihilominus ſingulæ luminis partes, ſuum quæque colorem ita retinentes, admixtæ tamen reliquis omnibus coloribus apta proportione, effecerunt ut charta alba videretur; & conſequenter apta ſui compoſitione atque permixtione inter ſe, colorem album conſtituebant. Singulas colorati luminis ab imagine reflexi partes, dum inde per aerem propagantur, ſuum quamque, ut dixi, proprium colorem retinere, ſane manifeſtum eſt; quia ubicunque in oculos ſpectatoris incidunt, partes imaginis ſuo quamque colore diſtinctas exhibent. Retinent igitur ſuos ſingulæ colores, etiam cum in chartam V incidunt; & conſequenter perfecta permixtione ſuorum omnium colorum, albitudinem conſtituunt luminis a charta reflexi.

EXPERIMENTUM X.

Incidat jam colorata illa Solis imago P T [*Fig.* 6.] in lentem M N, amplius quatuor uncias latam, & circiter ſex pedum intervallo a priſmate A B C diſtantem; quæque ea ſit figura, qua efficiat ut lumen coloratum a priſmate divergens, convergat deinceps, & in focum G, interjecto circiter ſex oc- TAB. II.

 tove

Digitized by Google

tove pedum intervallo, colligatur; ibique in chartam albam D E ad perpendiculum incidat. His ita diſpoſitis, obſervare licebit, ſi charta illa alba ultro citroque moveatur, totam Solis imaginem, quum in charta illa *e d* jam ad lentem propius admota excipiatur, coloribus clariſſimis (quomodo ſupra expoſitum eſt) in loco *p t* diſtinctam apparituram; pro eo autem, ut charta a lente recedat, colores iſtos ad ſe invicem perpetuo appropinquaturos, & magis magiſque ſe inter ſe commiſcendo dilutiores continuo factum iri; tandemque, quum charta in ipſo foco G collocata ſit, inter ſe jam penitus commixtos, plane evanituros eſſe omnes, & in albitudinem abituros; toto ſcilicet lumine in parvum album circulum ſuper chartam coacto: veruntamen hoc ita fieri, ut, ſi charta adhuc longius a lente recedat, radii qui ante convergerant, jam deinceps ſe in foco G decuſſatim ſecantes, indeque poſtea divergentes, effecturi ſint ut colores iterum appareant; verum contrario, ac prius, ordine; puta, ad *e ε*; ubi color ruber *ε*, qui ante inferior fuerat, jam ſuperior factus ſit; & cæruleus *p*, qui ante ſuperior fuerat, jam factus ſit inferior.

Finge jam chartam poſitam in ipſo foco G; ubi lumen, in circulum coactum, album plane apparet: ejuſque albitudinem, qualis ſit, conſideremus. Dico autem, albitudinem iſtam compoſitam eſſe ex coloribus univerſis in unum coactis. Etenim ſiquis unus pluresve colorum iſtorum ad lentem intercipiatur; albitudo illa continuo evaneſcet, & in eum convertetur colorem, qui ex reliquorum colorum non interceptorum permixtione oriri debeat. Quod ſi coloribus, qui intercepti fuerint, iterum deinde ut tranſeant permittatur, inque colorem illum compoſitum incidant; jam rurſus, cum illo commixti, albitudinem priorem reſtituent. Exempli gratia, ſi colores violaceus, cæruleus, & viridis intercipiantur; utique ex flavo, aureo & rubro, qui ſupererunt, compoſitus erit in charta color aureus: quod ſi colores iſti intercepti, iterum deinde ut tranſeant permittas, inque aureum iſtum compoſitum incidant; jam rurſus, cum illo commixti, albitudinem conficient. Similiter, ſi ruber & viola-

violaceus intercipiantur; utique ex flavo, viridi, & cæruleo, qui ſupererunt, compoſitus erit in charta color viridis: qui quidem ruber ac violaceus, ſi iterum deinde tranſmittantur, inque viridem iſtum incidant; jam rurſus, cum eo commixti, albitudinem efficient. Radios autem diverſos in iſto albo compoſito, non quidem agendo ulla ratione in ſe invicem, mutationem ullam qualitatum ſuarum colorificarum ſubire, ſed commiſceri ſolummodo inter ſe, atque ea quidem colorum ſuorum permixtione albitudinem conficere; ex ſequentibus argumentis amplius apparere poterit.

Si charta ultra focum G collocata ſit, puta ad δ ε; colorque ruber ad lentem intercipiatur alternis, atque tranſmittatur: color violaceus, qui erit in charta, nihil inde immutabitur; quomodo omnino mutari deberet, ſi radii diverſorum generum, qui decuſſantur in foco G, ibi in ſe invicem agerent. Neque color ruber, qui eſt in charta, quicquam immutabitur; utcunque violaceus, qui eum in tranſverſum ſecat, intercipiatur alternis & tranſmittatur.

Porro, ſi charta collocata ſit in foco G: & alba rotundaque imago ad G inſpiciatur per priſma H I K, eaque refractione transferatur ad locum *r v*, ibique variis induta videatur coloribus, nempe violaceo ad *v*, rubro ad *r*, reliquiſque in media ſui parte coloribus intermediis; color ruber autem deinceps ad lentem intercipiatur identidem & tranſmittatur alternis: utique color ruber ad *r* itidem evaneſcet, denuoque comparebit ſimilibus vicibus; violaceus autem ad *v* nihil quicquam inde immutabitur. Similiter, ſi cæruleus ad lentem intercipiatur identidem & tranſmittatur alternis: jam cæruleus ad *v* itidem evaneſcet, denuoque comparebit; ruber autem ad *r*, nihil quicquam immutabitur. Igitur color ruber pendet ex uno genere radiorum, cæruleus autem ex alio genere; iique radii diverſorum generum in foco G, ubi commixti ſunt, non agunt in ſe invicem. Quod autem de his duobus coloribus dictum eſt, id de reliquis quoque coloribus dictum intelligendum eſt.

Conſiderabam præterea, quum radii maxime refrangibiles

P p, minimeque refrangibiles *T t*, convergendo ad ſe invicem inclinati ſunt; ſi jam charta radiis illis in foco G valde obliqua objiceretur; fieri utique poſſe, ut ea unum genus radiorum copioſius quam cæteros reflecteret; eoque pacto lumen in foco iſto reflexum, eo colore infectum videretur, qui eſſet radiorum numero prævalentium: atque hoc quidem ita fore, ſi radii iſti ſuum quiſque colorem ſive qualitatem colorificam in albo illo compoſito, quod eſſet in foco, retinerent: verum ſi ſuum quiſque colorem in iſta albitudine non retinerent, ſed e contrario ſinguli eo in loco ita comparati eſſent facti, ut in nobis ſenſum albitudinis jam ſinguli excitarent; tum futurum, ut ii albitudinem ſuam iſtiuſmodi reflexionibus nequaquam poſſent amittere. Inclinabam itaque chartam ad radios valde oblique, ſicuti in ſecundo experimento hujus Partis feceram, ut radii maxime refrangibiles copioſius quam reliqui reflecterentur; jamque albitudo ſe convertebat in colorem cæruleum, indicum, & violaceum ex ordine. Deinde chartam in contrarias partes inclinabam, ut radii minime refrangibiles copioſius quam cæteri reflecterentur, jamque albitudo convertebat ſe contrario ordine in flavum, aureum, & rubrum.

Denique, inſtrumentum X Y pectinatim dentatum comparabam, cujus ſexdecim dentes latitudine circiter ſeſqui-unciales eſſent, intervalla autem dentium circiter binas uncias complecterentur. Atque hujus quidem inſtrumenti dentes prope a lente per vices interponens, intercipiebam dentis interpoſiti interjectu partem aliquam colorum, dum reliqui per intervalla dentium tranſmiſſi ad chartam D E, rotundam & coloratam in ea Solis imaginem depingerent. Verum chartam ante ita collocaveram ut quotieſcunque ſubmotus eſſet pecten, imago alba appareret: tumque interpoſito, ut dixi, pectine; albitudo illa, propter partem colorum ad lentem interceptam, ſemper convertebat ſe in colorem eum, qui eſſet ex coloribus non interceptis compoſitus; iſque color, motu pectinis, ita variabatur perpetuo, ut interea dum unus quiſque dens præter lentem ferretur, colores hi omnes, ruber, flavus, viridis, cæruleus & violaceus, ſemper-

per invicem ſuccederent. Effeci igitur ut dentes ſinguli præter lentem ordine ferrentur: cumque motus eorum lentior eſſet, colores antedicti ordine perpetuo in charta invicem ſuccedere diſtincte videbantur: verum cum motus pectinis adeo celer eſſet factus, ut propter nimiam colorum prætereuntium velocitatem, ii diſtincte diſcerni & internoſci haud potuerint; colores illi ſinguli in ſpeciem penitus evanuerunt. Utique nihil amplius coloris rubri, nihil flavi, nihil viridis, nihil cærulei, nihil purpurei apparebat; ſed ex permixtione omnium, unus uſquequaque ſui conſimilis oriebatur color albus. Jam quidem luminis hujuſce, quod ex colorum omnium permixtione album hoc modo videbatur, nulla revera pars alba erat. Una pars rubra erat, alia flava, alia viridis, alia cærulea, alia purpurea; atque hæ quidem partes ſuum quæque colorem uſque eo retinent, donec in ſenſorium incidant. Siquando hæ partes coloratæ, ſui impreſſiones in ſenſorio adeo lente faciant, ut ſingulæ diſtincte percipi queant; utique colorum ſingulorum ſibi invicem ordine perpetuo ſuccedentium diſtinctus excitatur ſenſus: ſin autem hæ impreſſiones tanta celeritate ſe invicem conſequantur, ut ſingulæ diſtincte percipi non poſſint; jam ab univerſis unus communis omnium excitatur ſenſus, qui neque eſt unius duntaxat coloris, neque alterius cujuſvis, ſed ex æquo omnium; iſque eſt ſenſus, qui vocatur, albitudinis. Ex nimia ipſarum invicem ſuccedendi celeritate, impreſſiones ſingulorum colorum in ſenſorio confuſæ ſunt inter ſe; & ex iſta confuſione, oritur permixtus unus omnium ſenſus. Si carbo candens ſæpius in circulum verſetur ſumma celeritate, circulus videbitur totus igneus: cujus quidem rei cauſa hæc eſt; quod ſenſus, quem carbo, dum eſt in diverſis partibus iſtius circuli, excitat, manet uſque in ſenſorio impreſſus, donec carbo ſit eodem loci iterum reverſus. Conſimili plane ratione, quum colores ſe invicem ſumma celeritate conſequantur, utique ſenſus unius cujuſque coloris in ſenſorio uſque eo impreſſus manet, donec colores omnes ordine tranſierint, iſque primus color iterum revertatur. Itaque colorum omnium invicem ſuccedentium impreſſiones, ſimul in ſen-

ſorio ſunt; & conjunctim unum communem omnium ſenſum excitant. Adeoque ex hoc experimento liquet; commixtas colorum omnium impreſſiones, excitare in nobis ſenſum albitudinis; hoc eſt, albitudinem compoſitam eſſe ex coloribus univerſis inter ſe commixtis.

Quod ſi jam ſubmoveatur pecten, ut colores omnes uno eodemque tempore a lente ad chartam tranſmittantur, ibique inter ſe commiſceantur, indeque ad ſpectatoris oculum omnes ſimul reflectantur; utique impreſſiones ipſorum in ſenſorio factæ, quoniam jam multo ſubtilius penitiuſque permixtæ erunt inter ſe, ſenſum albitudinis excitare debebunt multo magis.

TAB. II. Loco lentis, adhibere licebit bina priſmata [*Fig.* 7.] H I K & L M N, quæ refringendo coloratum lumen in contrarias partes, ac a primo priſmate id fuerat refractum, efficere poſſint ut radii jam divergentes convergant deinceps & in G iterum conveniant; quomodo rem in ſeptimo ſchemate depictam videre eſt. Etenim quo in loco radii in unum conveniunt, & permixti ſunt inter ſe; eo in loco lumen album conficient, ſicuti quum lens abhiberetur.

EXPERIMENTUM XI.

TAB. II. Incidat colorata Solis imago P T [*Fig.* 8.] in cubiculi tenebricoſi parietem, quomodo ſupra in tertio experimento primæ Partis hujus Libri expoſitum eſt; inſpiciaturque ea imago per priſma *a b c*, quod parallelum ſit priori priſmati A B C, cujus refractione imago iſta effecta fuerit: ita ut jam, admoto ad oculum ſecundo priſmate, ea imago inferior, quam ante, videatur; puta in loco S, ex adverſo coloris rubri T. His ita diſpoſitis; ſi jam ad imaginem iſtam P T propius accedas, ea oblonga videbitur & colorata in loco S, ſimiliter ac in loco P T: verum ſi ab ea longius recedas, colores in loco S contrahentur magis magiſque in brevitatem, tandemque plane evaneſcent, imagine ad S in figuram rotundam plane atque albam coacta: quod ſi adhuc longius recedas, colores iterum quidem ſe explicabunt;

Digitized by Google

cabunt; ſed contrario, ac prius, ordine. Jam quidem imago illa, quæ eſt ad S, hoc in caſu alba tum videtur, quum radii diverſorum generum, qui a diverſis partibus imaginis P T ad priſma *a b c* convergunt, in hoc poſteriori priſmate ita refringuntur inæqualiter, ut in tranſitu ſuo ab iſto priſmate ad oculum, divergant deinceps ab uno eodemque puncto imaginis S, adeoque poſtea in unum idemque punctum in fundo oculi incidant, ibique inter ſe commiſceantur.

Ad hæc, ſi pecten inſuper adhibeatur, cujus dentibus colores in imagine P T per vices intercipiantur; imago quæ videtur in S, colores varios ordine, dum pecten lente movetur, perpetuo induet. At cum, accelerato pectinis motu, colores ocyus adeo ſibi invicem ſuccedant, ut diſtincte cerni ſinguli haud queant; tum imago S, confuſo & in unum commixto colorum omnium ſenſu, alba apparebit.

EXPERIMENTUM XII.

Cum Solis lumen per priſma ſatis amplum ABC [*Fig.* 9.] **TAB. III.** tranſmiſſum, incideret deinceps in pectinem X Y proxime poſt priſma iſtud collocatum; luminis id, quod per dentium tranſiret intervalla, ut exciperetur demum charta alba DE effeci. Dentium latitudines pares ſimileſque erant, ac ipſorum intervalla; denteſque ſepteni, una cum ſuis intervallis, uncias ſingulas ſpatio complectebantur. His ita diſpoſitis; ſi jam charta intervallo circiter duarum triumve unciarum a pectine diſtaret; fiebat continuo, ut lumen per intervalla dentium tranſmiſſum, totidem faſcias colorum *k l*, *m n*, *o p*, *q r*, &c. parallelas inter ſe atque contiguas, nec quicquam alboris ſibi admixtum habentes, in charta depictas exhiberet. Atque hæ quidem colorum faſciæ, ſiquando pecten ultro citroque in tranſverſum identidem moveretur, aſcendere viciſſim atque deſcendere in charta videbantur: ſi autem pectinis motus porro adeo celer eſſet factus, ut colores ſinguli diſtincte cerni amplius atque internoſci haud potuerint; jam confuſo inter

ſe

ſe atque in unum permixto colorum omnium ſenſu, charta tota alba apparebat.

Finge deinceps pectinis motum ſiſti, chartamque a priſmate longius remotam eſſe: jamque futurum erit, ut faſciæ colorum ante dictæ, ſeſe extendant continuo atque dilatent, & ſibi invicem magis magiſque intermiſceantur; eaque colorum permixtione inter ſe, dilutiores perpetuo fiant; tandemque, cum charta & pecten circiter pedis unius intervallo, aut paulo plus eo, inter ſe diſtent, (puta in loco 2D 2E,) colores univerſi inter ſe penitus commixti in albitudinem plane abeant.

Quod cum factum ſit; admoto deinde quovis obſtaculo, intercipiatur id omne lumen, quod per unum aliquod dentium intervallum tranſmittebatur; adeo ut colorum faſcia ea, quæ inde orta erat, jam ſublata ſit: jamque videbis lumen reliquarum faſciarum ſe in faſciæ ſublatæ locum extendere, ibique coloribus ſe induere. Quod ſi faſcia ea intercepta ut iterum deinde in chartam, ſicuti prius, incidat permittas; utique colores ipſius, jam in reliquarum faſciarum colores incidentes, eiſque ſe denuo admiſcentes, efficient ut albitudo iterum exhibeatur.

Denique, charta 2D 2E jam ad radios ſibi incidentes valde inclinata ſit; adeo ut radiorum maxime refrangibiles copioſius quam cæteri reflectantur: jamque chartæ albor, propter radios hoſce nimia portione lumini reflexo admixtos, immutabit ſe in colorem cæruleum & violaceum. Sin autem charta e contrario eam in partem inclinetur, qua fiat ut radiorum minus refrangibiles copioſius quam cæteri reflectantur; jam chartæ albor, propter iſtos radios nimia portione lumini reflexo admixtos, convertetur in colorem flavum & rubrum. Ex quo apparet, radios diverſos in eo albo lumine inter ſe commixtos, ſuam tamen quemque retinere *colorificam qualitatem*; qua radii unius cujuſvis generis, ubicunque reliquis copioſiores adſint, utique prævalendo inter cæteros atque dominando, ſuus ut color ibi exhibeatur efficiunt.

Qua quidem eadem argumentandi ratione, ad tertium experimentum

Digitized by Google

perimentum hujus Partis applicata, concludi poterit, colorem illum album, qui eſt luminis omnis refracti jam primum emergentis color, æque ac fuerat incidentis; itidem ex variis coloribus compoſitum eſſe.

Experimentum XIII.

In experimento jam dicto, pectinis dentium intervalla, totidem priſmatum partes explent; quippe ſingula intervalla priſmatibus ſingulis reſpondentia, phænomenon ſimile exhibent, ac totidem priſmata feciſſent. Quare pectinis dentium loco, priſmata plura adhibens, conatus ſum ex coloribus ipſorum permixtis albitudinem conflare: idque effeci, tribus duntaxat priſmatibus, vel etiam duobus ſolummodo adhibitis; ea, quæ ſequitur, ratione. Duo priſmata ABC [*Fig.* 10.] & *abc*, TAB. III. quorum anguli refringentes B & *b* ſint æquales, parallela inter ſe ita collocentur, ut angulus refringens B unius priſmatis, contingat angulum *c* qui eſt ad baſin alterius; facieſque ipſorum CB & *cb*, per quas radii emergunt, in directum jaceant. Tum lumen per priſmata iſta trajectum excipiatur charta MN, quæ intervallo circiter octo duodecimve unciarum a priſmatibus diſtet. Jamque colores ab interioribus binorum priſmatum extremis B & *c* generati, commiſcebuntur in loco PT, ibique albitudinem efficient. Etenim ſi alterutrum horum priſmatum ſubmoveatur; colores ab altero generati, apparebunt in loco illo PT: Cum autem prius priſma iterum in locum ſuum admoveatur, ut colores ipſius denuo in colores alterius incidant; jam ex coloribus iſtis inter ſe permixtis, iterum orietur albitudo.

Succedet etiam hoc experimentum, uti ipſe experiundo intellexi, quum priſmatis inferioris angulus *b* paulo major ſit, quam ſuperioris angulus B; interque angulos interiores B & *c*, ſpatii aliquid B*c*, quomodo in ſchemate exhibetur, interjectum ſit; facieſque refringentes BC & *bc* neque in directum

poſitæ ſint, neque inter ſe parallelæ. Etenim quo hoc experimentum ex ſententia ſuccedat, nihil amplius requiritur, quam ut radii omnium generum uniformiter commixti ſint ſuper charta in loco P T. Si radii maxime refrangibiles a ſuperiori priſmate provenientes, occupent id omne ſpatium, quod eſt ab M ad P; debebunt radii ejuſdem generis, ab inferiori priſmate provenientes, occupare reliquum omne ſpatium quod interjacet inter P & N. Si radii minime refrangibiles a ſuperiori priſmate provenientes, occupent ſpatium M T; debebunt radii ejuſdem generis, ab altero priſmate provenientes, occupare reliquum omne ſpatium quod eſt a T ad N. Si radii unius generis eorum, qui ſint mediis refrangibilitatis gradibus, a ſuperiori priſmate provenientes, diffuſi ſint per ſpatium M Q; eorumque aliud genus, per ſpatium M R; aliudque adhuc genus, per ſpatium M S: utique radii eorundem generum, ab inferiori priſmate provenientes, debebunt occupare ſpatia reliqua Q N, R N, S N, ſinguli ſingula: quodque de his dictum eſt, id de reliquis omnibus radiorum generibus dictum intelligi oportet. Etenim hoc pacto radii cujuſque generis, diſperſi erunt per totum ſpatium M N æqualiter atque uniformiter; adeoque uſquequaque æqua portione commixti, unum eundemque omni in parte colorem exhibere debebunt. Quare cum in exterioribus partibus M P & T N, ex hac radiorum omnium mixtura color compoſitus ſit albus; efficitur utique, ut in interiori quoque ſpatio P T, colorem album ſimiliter generari oporteat. Hæc eſt ratio compoſitionis ejuſce, qua albitudo in hoc experimento producta eſt: & quacunque mihi alia unquam ratione ſimilis erat facta compoſitio, ſemper inde nata eſt albitudo.

Denique, ſi dentibus pectinis, qui ſint apta magnitudine, lumina colorata binorum priſmatum in ſpatium P T incidentia intercipiantur alternis; ſpatium illud P T, cum ſcilicet lente moveatur pecten, coloribus ſemper videbitur infectum: verum ſi pectinis motus adeo celer ſit factus, ut colores ocyus

ſibi

Digitized by Google

ſibi invicem ſuccedentes, cerni diſtinctè ſinguli haud queant; ſpatium id album videbitur.

EXPERIMENTUM XIV.

Hactenus albitudinem ex colorum priſmatibus generatorum mixtura atque compoſitione conflavimus: reſtat ut de corporum naturalium coloribus inter ſe permixtis dicamus. Si igitur aqua ſapone nonnihil incraſſata, ad ſpumas agendas agitata ſit; brevi interjecto temporis ſpatio, attentius eam inſpicienti videbuntur bullularum ſingularum ſuperficies variis undique coloribus interſtinctæ: at qui eam e longinquo adeo aſpiciet, ut colores ſingulos diſtinctè internoſcere haud queat; is totam ſpumam ſummo albore undique ex æquo videbit candicantem.

EXPERIMENTUM XV.

Denique, cum id agerem, ut ex coloribus, ſive pulveribus coloratis, quibus pictores utuntur, inter ſe permixtis, colorem album componerem: conſiderabam pulveres omnes coloratos, magnam partem luminis, quo illuſtrantur, reſtinguere intra ſe atque delere. Etenim ii illa ipſa de cauſa colorati evadunt, quod lucem eam, quæ eſt ſuo ipſorum colore, copioſius reflectant; eam autem, quæ eſt aliis omnibus coloribus, parcius reflectant; neque tamen eam ipſam lucem, quæ eſt ſuo ipſorum ſingulorum colore, tam copioſe reflectunt, quam faciunt corpora alba. Si minium, exempli gratia, & charta alba ſimul collocata ſint in lumine rubro imaginis illius coloratæ, quæ in cubiculo tenebricoſo priſmatis refractione exhibetur, quomodo in tertio experimento primæ Partis hujus Libri deſcripſimus; utique charta luminoſior videbitur, quam minium; e qua ſcilicet radii ipſi rubri copioſius, quam ex ipſo minio, reflectuntur. Quod ſi hæc eadem corpora in lumine, quod ſit alio quovis colore, collocata ſint; charta luminoſior minio, multo etiam jam magis quam antea, apparebit. Hoc-

O 2 que

Digitized by Google

que idem in omnibus colorum quorumcunque pulveribus ſimiliter accidit. Quocirca ex hujuſmodi pulverum permixtione non expectandum eſt ut oriatur albor clarus atque candens, qualis eſt chartæ candor; ſed albitudo obſcura quædam ac nubila, qualem ex luce ac tenebris, vel candido & nigro permixtis orituram expectes; color nimirum leucophæus quidam aut fuſcus, qualis eſt color unguium, color murinus, cineraceus, lapideus, color mortarii, cœni vel luti, & ſimilium. Atque talem quidem colorem ſubaldidum obſcuriorem, ex pulveribus coloratis inter ſe permixtis ſæpe confeci. Exempli gratia; cum minii portione una, viride æris quintupla portione commixtum, exhibuit colorem quendam murinum. Etenim horum duorum colorum uterque ita ex aliis ante erat compoſitus, ut in ambobus jam colorum ineſſet mixtura univerſorum: minium autem, propter colorem ſuum luminoſiorem & pleniorem, minori portione quam viride æris adhibebam. Similiter, minium ſimplici, & cæruleum montanum quadruplici portione permixta, conficiebant colorem quendam fuſcum ſubpurpuraſcentem; qui quidem color, admixto deinde compoſito quodam ex auripigmento & viridi æris certa portione commixtis, deſiit purpuraſcere, & fuſcus plane eſt factus. Verum hoc experimentum melius ſucceſſit ſine minio, hoc modo. Ad auripigmentum adjeci paulatim purpuram quandam claram atque luminoſam, qua utuntur pictores; uſque eo donec auripigmentum flavum eſſe deſineret, & colore factum eſſet rubro palleſcente: tum iſtum colorem ſubrubrum adhuc dilutiorem feci, admiſcendo viride æris parva portione, & cæruleum montanum paulo majori portione, donec is evaderet leucophæus ſubalbidus color talis, qui ad nullum ex dictis coloribus unum magis quam ad alium accederet. Etenim hoc pacto factus eſt color albus talis, qui cineres, aut lignum recens cæſum, aut cutem humanam albitudine æquaret. Auripigmentum plus luminis, quam alius ullus ex pulveribus reflexit; ac proinde plus, quam illi, ad coloris compoſiti alborem contulit. Qua proportione hujuſmodi

Digitized by Google

hujuſmodi pulveres commiſceri debeant, accurate definire, difficillimum quidem fuerit; propter inæqualem ejuſdem generis pulverum bonitatem. At in univerſum unumquemque pulverem, pro eo ut color ipſius magis minuſve plenus, clarus, luminoſuſque fuerit, ita ipſum minori majorive portione adhiberi oportebit.

Porro, quandoquidem colores hi fuſci atque leucophæi generari quoque poſſunt ex albis nigriſque varie inter ſe permixtis; & conſequenter differunt a vere candidis, non genere colorum, ſed duntaxat claritatis gradu: manifeſtum eſt, quo hi colores plane candidi evadant, nihil amplius requiri, quam ut lumen ipſorum ſatis augeatur. Similiter, e contrario, ſi hi colores, adaucto duntaxat ipſorum lumine, in candorem perfectum abſolvi poterunt; conſequens erit, eos eodem eſſe plane coloris genere, ac candidorum optimos; ab illiſque nulla alia in re differre, niſi in luminis ſolummodo quantitate. Hocque experiundo probavi, ea, quæ ſequitur, ratione. Mixturarum leucophæarum ſupra memoratarum poſtremam, (eam nempe, quæ ex auripigmento, purpura, cæruleo montano & viridi æris eſſet compoſita,) cubiculi tabulato, qua parte Sol ei per feneſtram apertam collucere, craſſe illevi; & prope hanc mixturam, chartulam albam ejuſdem magnitudinis, in umbra collocavi. Tum ad intervallum duodecim octodecimve pedum retro cedens, ut neque pulveris ſuperficiei inæqualitatem, neque grumulorum ipſius umbellas diſcernere potuerim; pulverem videbam valde albeſcentem, etiam ſupra chartæ ipſius candorem; maxime ſi charta, intercepto nubium lumine, paulo magis inumbrata eſſet; quo quidem in caſu charta, in comparationem pulveris, colore jam leucophæo videbatur tali, quali antea viſus fuerat pulvis. Verum ita collocando chartam, ut Sol ei trans vitrum in feneſtra colluceat; vel adducendo feneſtram, ut Sol pulveri jam trans vitrum colluceat; vel alia ſimili ratione augendo aut minuendo lumina, quibus charta & pulvis ſint ſeorſum illuſtrata; fieri poterit, ut lumen quo

pulvis illuminetur, adeo apta proportione fortius evadat lumine illo, quo illuminetur charta; ut ambo tandem albore videantur plane paria. Etenim cum hoc ipſum experirer, amicum tum forte me inviſentem pro foribus detinui; & nec quinam eſſent colores iſti, nec quid agerem, expoſui; ſed continuo, ex duobus iſtis coloribus albis uter ei melior videretur, & qua in re inter ſe differrent, rogavi: qui eos ex intervallo iſto attentius aliquantiſper contemplatus, reſpondit, utrumque ſibi colorem album ſatis bonum videri; & nec uter eorum melior eſſet, nec qua in re inter ſe differrent, dicere ſe poſſe. Quocirca, quando hic quidem albor pulveris in Sole expoſiti, manifeſto compoſitus erat ex coloribus iſtis, quos pulveres illi ſimplices (auripigmentum, purpura, cæruleum montanum, & viride æris) utique ante componendum in eodem lumine expoſiti habuerunt; omnino fatearis neceſſe eſt, tam ex hoc experimento, quam ex priori effici id demum, ut albor perfectus ex coloribus inter ſe permixtis componi poſſit.

Ex iis, quæ dicta ſunt, liquet etiam Solis luminis alborem compoſitum eſſe ex coloribus univerſis, quibus diverſa radiorum lumen illud conſtituentium genera, quum ſingulis ſuis refrangibilitatis gradibus a ſe invicem ſeparata ſint, inficiant chartam aut quodvis album corpus in quod incidant. Etenim colores iſti, (per prop. 2,) ſunt immutabiles. Et quandocunque radii illi univerſi, una cum ſuis iſtis coloribus, iterum commixti ſunt; id idem lumen album iterum producunt.

PROPO-

PROPOSITIO VI. Problema II.

In mixtura colorum primariorum, data cujuſque quantitate & qualitate, invenire quis ſit futurus compoſiti color.

Centro O, [*Fig.* 11.] ſemdiametro O D, deſcribatur circulus A D F; diſtinguaturque circumferentia ipſius in ſeptem partes, D E, E F, F G, G A, A B, B C, C D, quæ ſint proportionales tonis ſeptem muſicis ſive intervallis octo illorum in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, quæ ſint proportionales numeris $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{9}$. Repræſentet prima pars D E colorem rubrum, ſecunda E F aureum, tertia F G flavum, quarta G A viridem, quinta A B cæruleum, ſexta B C indicum, & ſeptima C D violaceum. Finge hos eſſe colores omnes luminis ſimplicis gradatim in ſe invicem deſinentes, quomodo faciunt colores priſmate exhibiti: hoc eſt, repræſentet circumferentia D E F G A B C D totam ſeriem colorum, ab uſque uno extremo coloratæ Solis imaginis ad alterum, ordine diſpoſitorum: adeo ut a D ad E, ſint omnes gradus coloris rubri; in E, color inter rubrum atque aureum medius, ab E ad F, gradus omnes coloris aurei; in F, color inter aureum atque flavum medius; ab F ad G, gradus omnes coloris flavi; & ſic deinceps. Porro, ſit p centrum gravitatis arcus D E; & q, r, $ſ$, t, v, x, centra gravitatis arcum E F, F G, G A, A B, B C, & C D comparate: & circa hæc centra gravitatis deſcribantur circuli, qui ſint comparate proportionales radiis ſingulorum colorum in data mixtura; hoc eſt, circulus p proportionalis numero radiorum rubrorum in data mixtura; circulus q, proportionalis numero radiorum aureorum in eadem mixtura; & ſimiliter cæteri. Inveni deinde centrum gravitatis commune omnium circulorum iſtorum, p, q, r, $ſ$, t, v, x: quod quidem centrum ſit Z. Et per iſtud Z, a centro circuli A D F, ducta ad circumferentiam linea recta O Y; locus puncti iſtius Y in illa circumferentia, oſtendet quis naſciturus ſit color. TAB. III.

color ex compoſitione colorum omnium in data mixtura; & linea O Z erit proportionalis largitati ſive ſaturitati iſtius coloris, hoc eſt, oſtendet quantum is diſtet ab albitudine. Exempli gratia: Si Y incidat in locum medium inter F & G; color ex data compoſitione naſciturus, erit flavus optimus: ſi Y declinet de medio ad F vel G verſus; color compoſitus, erit proinde flavus aureſcens vel virideſcens. Si Z incidat in ipſam circumferentiam; color erit factus quam poſſit ſumme largus floridusque: ſi incidat in locum medium inter circumferentiam & centrum; color erit dimidio minus ſatur; hoc eſt, color erit talis factus, qualis ex flavo largiſſimo floridiſſimoque, admixto æqua portione albo, eſſet oriturus: ſi denique Z incidat in ipſum centrum O; color jam, amiſſa penitus ſaturitate ſua omni, plane albus erit factus. Verum id hic obſervandum eſt; ſi punctum Z incidat in lineam O D, vel propius ab ea; cum jam colorum ſimplicium præcipui ſint ruber & violaceus, colorem compoſitum non utique futurum ullius ex coloribus priſmate exhibitis ſimilem, ſed purpureum rubeſcentem aut ad violaceum accedentem, pro eo ut punctum Z ex hac vel illa parte lineæ D O ad E vel C verſus ceciderit: & in univerſum, colorem violaceum compoſitum, quam ſimplicem, ſemper magis clarum eſſe atque igneum. Item, ſi ex coloribus primariis duo ſolummodo, qui ſcilicet in iſto circulo ſibi e diametro invicem ſint oppoſiti, commiſceantur æqua portione inter ſe; punctum Z tum caſurum quidem eſſe in ipſum centrum O; nec tamen fore, ut color ex duobus iſtis compoſitus ſit perfecte albus, ſed languidus quidam & evanidus color ſine nomine. Neque enim unquam efficere potui, ut ex duobus duntaxat coloribus primariis inter ſe permixtis, color compoſitus plane albus eſſet futurus. Utrum ex tribus coloribus, æqualibus interjectis intervallis, in iſta circumferentia deſumptis, componi poſſit color plane albus, necne; equidem haud ſcio: verum ex quatuor aut quinque inter ſe permixtis, quin id fieri poſſit, nihil dubito. Sed hæ ſunt curioſitates, quæ parum aut nihil conferant ad intelligenda naturæ phænomena. Etenim in omnibus coloribus albis a

natura:

Digitized by Google

natura productis, ſolet ineſſe permixtio radiorum omnium generum, & conſequenter colorum compoſitio univerſorum.

Ut regulæ hujuſce exemplum apponam; finge colorem componendum ex his, qui ſequuntur, coloribus homogeneis; videlicet, ex coloris violacei portione 1, indici portione 1, cærulei portionibus 2, viridis portionibus 3, flavi portionibus 5, aurei portionibus 6, & rubri portionibus 10. Portionibus hiſce comparate proportionales deſcribo circulos, *x*, *v*, *t*, *ſ*, *r*, *q*, *p*; hoc eſt, ita ut ſi circulus *x* ſit 1, circulus *v* ſit utique 1; circulus *t*, 2; circulus *ſ*, 3; & circuli *r*, *q*, ac *p*, ſint 5, 6, ac 10. Tum invenio Z centrum gravitatis commune horum omnium circulorum, & per iſtud Z ducta linea O Y, punctum Y incidit in circumferentiam inter E & F, paulo propius ab E quam ab F: unde concludo colorem ex ſimplicibus iſtis compoſitum, futurum eſſe aureum, ad rubrum paulo propius accedentem quam ad flavum. Præterea invenio lineam O Z paulo eſſe minorem dimidio illius O Y: unde concludo colorem huncce aureum compoſitum, minus aliquanto quam dimidium habere largitatis ſive ſaturitatis illius, quæ eſt coloris aurei ſimplicis; hoc eſt, colorem huncce aureum talem eſſe, qualis oriri debeat ex aureo homogeneo & colore albo bono commixtis inter ſe in proportione lineæ O Z ad lineam Z Y; quæ nimirum proportio, non eſt quantitatum pulverum aurei & candidi commiſcendorum, ſed quantitatum luminis ipſius quod ab utroque reflectatur.

Atque hanc quidem regulam ſatis accuratam eſſe exiſtimo ad experimenta agenda, quamvis non ſit mathematice accurata. Porro autem quam vera ſit ad ſenſus judicium, abunde probari poteſt, intercipiendo ad lentem unum quemvis vel plures colorum in decimo experimento hujus Partis. Etenim reliqui colorum non intercepti, ſed ad focum lentis progredientes, conficient ibi vel accurate vel quam proxime colorem talem, qualis ſecundum hanc regulam ex permixtione ipſorum oriri debeat.

Digitized by Google

PROPOSITIO VII. Theorema V.

Colores omnes in rerum univerſitate, qui quidem ex lumine oriantur, & non a viribus imaginationis pendeant, ſunt vel colores luminum homogeneorum, vel ex illis compoſiti; idque vel accurate, vel quam proxime, ſecundum regulam in præcedenti problemate expoſitam.

ETenim probavimus (prop. 1. hujus Partis,) colorum varietatem refractionibus exhibitam, non oriri ex novis radiorum modificationibus, inter refringendum ſcilicet lumini impreſſis, & a varia luminis umbræque pendentibus terminatione: in qua quidem ſententia philoſophi omnes antehac fuere. Probavimus etiam (prop. 1. primæ Partis, & prop. 2. hujus Partis,) diverſos radiorum homogeneorum colores, ſingulos ſingulorum refrangibilitatis gradibus ſemper reſpondere; iſtoſque refrangibilitatis gradus (prop. 2. primæ Partis,) non poſſe ullis refractionibus aut reflexionibus mutari; & conſequenter neque colores ipſos poſſe mutari. Inſuper autem probavimus directo, refringendo & reflectendo lumina homogenea ſeparatim, (prop. 2. hujus Partis,) colores ipſorum non poſſe mutari. Porro, probavimus radios diverſorum generum inter ſe permixtos, & per unum idemque ſpatium inter decuſſandum tranſeuntes, (exper. 10. hujus Partis,) non ibi in ſe mutuo ita agere, ut ſuas invicem qualitates colorificas immutent; ſed intermiſcendo actiones ſuas in ſenſorio, ſenſum illic excitare alium commixtos, ac excitaſſent ſeparati; hoc eſt, ſenſum talis coloris, qui ſit inter proprios ſingulorum colores medius: & particulatim, quum concurſu & mixtura radiorum omnium generum, color albus generetur; album iſtum (prop. 5. hujus Partis,) eſſe utique permixtionem colorum illorum omnium, quos radii ſinguli habuiſſent ſeparatim: radios nimirum in iſta mixtura non amittere aut immutare ſuas ſingulorum qualitates colorificas, ſed variis ſuis actionibus in ſenſorio permixtis univerſis, excitare ſenſum coloris,

coloris cujuſdam inter colores ipſorum ſingulos medii; qui color ſcilicet eſt albitudo. Eſt enim albitudo color inter omnes medius; quippe qui ad omnes indifferenter ſe habeat, & æqua facilitate ſingulis infici queat. Utique pulvis ruber cum cæruleo parva portione commixtus, aut cæruleus cum rubro, non continuo colorem ſuum amittit; at pulvis albus cum quovis colore commixtus, inficitur continuo ab iſto colore; & eadem facilitate ab alio quocunque colore infici poteſt. Ad hæc probavimus, ut Solis lumen ex omne genus radiis compoſitum eſt, ita alborem ipſius compoſitum eſſe ex coloribus radiorum omnium generum; quippe iſti radii, cum ab initio ſuas ſinguli colorificas qualitates æque ac refrangibilitates habuerint, tum eas retineant ſcilicet perpetuo immutabiles, non obſtantibus refractionibus aut reflexionibus quibuſcunque: quandocunque autem ullum genus Solis radiorum, ullo pacto (ut reflexione in experimentis nono & decimo primæ Partis, aut refractione ut in omnibus refractionibus fit,) a reliquis ſeparatum ſit; tum eos coloribus videri propriis & ſuis. Hæc, inquam, omnia ante probavimus: Hæcque omnia ſimul ſumpta id efficiunt, ut propoſitio, quam jam ponimus, ſatis ſit comprobata. Si enim Solis lumen compoſitum eſt ex radiis diverſorum generum, qui ſuos ſinguli congenitos refrangibilitatis gradus qualitateſque colorificas habent, & non obſtantibus refractionibus aut reflexionibus, ſeparationibus aut permixtionibus quibuſcunque, ſuas iſtas tamen ſinguli congenitas proprietates perpetuo ſine ulla immutatione retinent: utique efficitur neceſſario, ut colores omnes, qui ſunt in rerum univerſitate, tales ſint, quales ſemper oriri debeant ex congenitis qualitatibus colorificis radiorum illorum, ex quibus lumina, per quæ colores iſti ſub aſpectum veniant, compoſita ſint. Quare, cum ratio & cauſa cujuſcunque coloris, quæ ſit, requiratur; id duntaxat nobis agendum reſtat, ut conſideremus quo pacto radii, qui ſunt in Solis lumine, fuerint vel reflexionibus vel refractionibus vel aliis qui buſvis cauſis a ſe invicem ſeparati, vel inter ſe commixti; vel ut alio quovis modo inveniamus quæ genera radiorum, & qua

proportione, inſint in eo lumine, per quod color iſte exhibetur; & denique, ut ex problemate noviſſime propoſito intelligamus, quis color oriri debeat ex radiis iſtis (ſive coloribus ipſorum) ea proportione inter ſe commixtis. Cæterum in hoc omni argumento, cum colores dico, eos ſemper intelligi colores velim, qui ex lumine revera oriantur. Sunt enim qui aliis ex cauſis ortum ſuum habeant: ut quum imaginationis viribus colores in ſomniis nobis objectos videmus; aut inſanus ea, quæ non ſunt, videtur ſibi videre; aut percuſſo oculo, ignem quis ſibi eliſum videt; aut comprimendo oculorum angulum alterum, dum acies alio convertatur, colores videmus plumæ pavoniæ lunulam referentes. Ubi hæ aut harum ſimiles cauſæ non interveniunt, color omnis ſemper reſpondet generi aut generibus radiorum, ex quibus lumen compoſitum ſit; quomodo ego quidem experiundo ſemper comperi, in omnibus illis colorum phænomenis, in quæ adhuc inquirere potuerim. In ſequentibus propoſitionibus exempla rei hujuſce dabo, ad phænomena notatu digniſſima explicanda.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA III.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare colorum priſmatibus exhibitorum rationem.

TAB. III. SIT A B C [*Fig.* 12.] priſma, quo refringatur lumen Solis tranſmiſſum in cubiculum tenebricoſum per foramen F φ; quod foramen pari fere ſit latitudine, ac ipſum priſma: ſitque M N charta alba, qua lumen refractum ita excipiatur, ut radii maxime refrangibiles, ſive violacei extremi, incidant puta in ſpatium P π; radii minime refrangibiles, ſive rubri extremi, in ſpatium T τ; radii inter indicos & cæruleos medii, in ſpatium Q χ; radii viridium medii, in ſpatium R ϱ; radii inter flavos atque aureos medii, in ſpatium S σ; & reliqua radiorum intermediorum genera, in ſpatia com-

comparate intermedia. Etenim hoc modo ſpatia, in quæ diverſa radiorum genera adæquate incidant, erunt, propter diverſam generum iſtorum refrangibilitatem, ordine continuo gradatim deorſum verſus diſpoſita. Jam ſi charta iſta M N adeo prope a priſmate diſtet, ut ſpatia P T & π 7 in ſe mutuo non incurrant; intervallum ipſorum T π illuminatum erit omnibus radiorum generibus ea ad ſe invicem proportione, qua e priſmate primum egrediuntur; & conſequenter id ſpatium, album erit. At ſpatia P T & π 7, ab utraque parte iſtius T π, non erunt univerſis radiorum generibus illuminata; ideoque illa videbuntur colorata. Speciatim, in loco P, quo radii violacei extremi incidunt ſoli, color debebit eſſe violaceus ſaturatiſſimus: in loco Q, ubi radii violacei atque indici ſunt commixti, color debebit eſſe violaceus multum accedens ad indicum: in loco R, ubi radii violacei, indici, cærulei, & pars viridium dimidia, ſunt commixti; color (ex conſtructione problematis ſecundi) compoſitus debebit eſſe inter indicum & cæruleum medius: in loco S, ubi radii univerſi, exceptis rubris atque aureis, commixti ſunt; color (ſecundum eandem regulam) compoſitus debebit eſſe cyaneus ſive thalaſſinus, ad viridem magis quam ad indicum accedens: denique in ſpatio quod eſt ab S ad T, color iſte cyaneus, magis magiſque dilutus evanidúſque factus; ad T demum, ubi colores univerſi commiſceri incipiunt, deſinet in ipſam albitudinem.

Similiter, ex altera parte ſpatii illius albi T π: in loco 7, quo radii minime refrangibiles, ſive rubri extremi, incidunt ſoli; color debebit eſſe ruber ſaturatiſſimus: in loco σ, ex rubro atque aureo commixtis; color compoſitus eſſe debebit ruber aureſcens: in loco ρ; ex rubro, aureo, flavo & parte dimidia viridis, inter ſe permixtis; color compoſitus eſſe debebit inter aureum & flavum medius: in loco χ, ex mixtura omnium colorum, exceptis violaceo & indico; compoſitus eſſe debebit color ſubflavus, ad viridem magis quam ad aureum deſcendens: denique in eo ſpatio quod eſt a χ ad π, color iſte ſubflavus, magis magiſque languidus evaniduſ-

P 3 que

que factus; ad π demum, ubi radii omnium generum admiſceri incipiunt, in ipſam albitudinem deſinet.

Atque hi quidem colores ita apparere deberent, ſi Solis lumen plane album eſſet. Verum quia id lumen ad colorem ſubflavum accedit; utique radiorum flavorum nimii, qui id colore ſubflavo inficiunt, commixti porro cum cyaneo evanido qui eſt inter S & T, efficient ut is colorem ſubviridem trahat. Jam igitur colores ordine a P ad γ diſpoſiti, debebunt eſſe violaceus, indicus, cæruleus, ſubviridis languidus, albus, ſubflavus, aureus, ruber. Ita quidem ex computatione res ſe habet: & cuicunque colores priſmate exhibitos libuerit oculis intueri, is reapſe hunc eſſe verum colorum ordinem experiundo comperiet.

Hi ſunt colores ex utraque parte albi, quum charta inter priſma & punctum X, ubi colores coeunt & albus interpoſitus evaneſcit, collocata ſit. Nam ſi charta longius adhuc a priſmate diſtet; jam radiorum maxime minimeque refrangibiles in medio lumine deerunt; & radii reliqui eodem loci inter ſe permixti colorem viridem ſaturiorem quam antea conficient: ſimiliter flavus & cæruleus minus jam compoſiti, quam antea, erunt facti; & conſequenter magis ſaturi. Atque hæc quoque conveniunt cum experientia.

Quod ſiquis album aliquod corpus nigrore vel tenebris circundatum per priſma inſpiciat; utique colorum, quibus id corpus fimbriatum videbitur, ratio eadem erit fere, ac jam diximus; quomodo rem paulo attentius conſideranti facile apparebit. E contrario, ſi aliquod nigrum corpus circundatum ſit albo; jam colores, qui id per priſma inſpicienti ſe exhibebunt, attribuendi erunt lumini corporis albi, ſe in nigri partes diffundenti; quamobrem & contrario ordine diſpoſiti apparent, ac cum album corpus circundatum ſit nigro. Hocque idem de iis corporibus per priſma inſpectis intelligendum eſt, quibus partium ſuarum aliæ aliis minus ſint luminoſæ. Etenim in confinibus partium magis minuſque luminoſarum, colores eiſdem de cauſis ſemper oriri debebunt

ex

Digitized by Google

ex majori lumine partium luminoſiorum; & eodem eſſe genere & ordine, ac ſi partes obſcuriores eſſent nigræ; ſed tamen magis languidi eſſe, & diluti.

Porro, quod de coloribus, quos priſmata exhibeant, dictum eſt; idem facile de coloribus, quos teleſcopiorum microſcopiorumve vitra, vel etiam oculi ipſius humores exhibeant, intelligi poterit. Etenim ſi vitrum objectivum teleſcopii, craſſius ſit ab una parte quam ab altera; vel ſi dimidia pars vitri, vel dimidia pars pupillæ oculi, corpore aliquo opaco obtegatur: utique id vitrum objectivum, vel ea ipſius pars, oculive pupillæ pars, quæ non ſit obtecta, conſiderari poterit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem cuneus e vitro, vel ex alia ulla materia pellucida, eundem, ac priſma, in refringendo lumine inter tranſmittendum, effectum obtinet.

Denique colores in experimentis nono & decimo primæ Partis hujus Libri, quemadmodum e diverſa luminis reflexibilitate oriantur; ex iis, quæ ibi dicta ſunt, ſatis quidem eſt manifeſtum. Verum notatu dignum eſt in nono experimento, tamdiu dum directum Solis lumen eſt ſubflavum, nimiam radiorum cæruleorum in reflexo luminis radio M N [*Fig.* 21.] admixtam portionem, ad id duntaxat valere, ut color iſte ſubflavus in albidum ſubcæruleum convertatur, non autem ut is colorem plane cæruleum induat. Quo igitur is colorem cæruleum meliorem traheret; uſus ſum, loco ſubflavi luminis ſolaris, lumine albo nubium; variato nonnihil, quomodo infra ſequitur, illo experimento. TAB IV. PART. I.

EXPERIMENTUM XVI.

Sit H F G [*Fig.* 13.] priſma in aperto aere collocatum; & S oculus ſpectatoris, inſpicientis nubes per lumen ipſarum, quod ingrediatur in priſma per faciem planam F I G K, in eoque reflectatur a baſi H E I G, indeque per faciem planam H E F K egrediatur ad oculum. Quum priſma & oculus convenienter locati ſint, ut anguli incidentiæ & reflexionis TAB. IV.

xionis

Digitized by Google

xionis ab baſin ſint circiter quadragenum graduum, ſpectator videbit arcum cæruleum M N, ab uno uſque baſis extremo ad alterum pertingentem: cujus quidem arcus pars concava ipſi obverſa videbitur; & baſis pars I M N G, quæ erit ultra iſtum arcum, luminoſior videbitur, quam ejuſdem pars citerior E M N H. Profecto arcus iſte cæruleus, quum manifeſto nulla alia ex cauſa oriatur, quam e reflexione ſuperficiei ſpecularis; adeo mirum videtur ac ſingulare phænomenon, & cujus adeo nulla ratio ex vulgaribus philoſophorum hypotheſibus afferri poſſit; ut non potuerim, quin id notatu & explicatu digniſſimum exiſtimarem. Jam igitur ut hujus rei cauſam ac rationem intelligamus; finge priſmatis latera plana & baſin, planitie A B C ad perpendiculum interſectas. Ab oculo ad lineam B C, qua planities iſta baſin priſmatis interſecat, ducantur lineæ S *p* & S *t*, ita ut fiant angulus S *p* C graduum $50\frac{1}{9}$, & angulus S *t* C graduum $49\frac{1}{28}$: eritque jam punctum *p* terminus ultra quem nulli radiorum maxime refrangibilium tranſmitti per baſin priſmatis & refringi poſſint; eorum ſcilicet quorum incidentia talis ſit, ut ad oculum reflecti queant. Similiter, punctum *t* erit terminus ultra quem nulli radiorum minime refrangibilium tranſmitti queant per baſin; quorum utique incidentia talis ſit, ut ad oculum reflecti poſſint: & punctum *r*, in medio inter *p* & *t*, erit ſimiliter terminus tranſmiſſionis radiorum mediocriter refrangibilium. Quamobrem omnes radii minime refrangibiles, incidentes in baſin ultra *t*, hoc eſt, inter *t* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant; reflectentur utique ad oculum: at citra iſtud *t*, hoc eſt, inter *t* & C, multi iſtorum radiorum tranſmittentur per baſin. Similiter omnes radii maxime refrangibiles, incidentes in baſin ultra *p*, hoc eſt, inter *p* & B, qui quidem inde ad oculum reflecti queant; reflectentur utique ad oculum: at citra iſtud *p*, hoc eſt, inter *p* & C, multi iſtorum radiorum tranſmittentur per baſin & refringentur. Idemque ſimiliter intelligendum eſt de radiis mediocriter refrangibilibus, ex utraque parte puncti *r*. Ex quo efficitur, baſis priſmatis partem

eam,

Digitized by Google

eam, quæ inter t & B interjaceat; totali radiorum omnium generum reflexione ad oculum, albam atque claram videri debere: e contrario autem, quæ ejus pars inter p & C interjaceat; eam, ex tranſmiſſu multorum omne genus radiorum, magis pallidam, obſcuram, tenebroſamque videri oportere: at in r, omnique in parte inter p & t; ubi omnes radii maxime refrangibiles reflectuntur ad oculum, multi autem minime refrangibilium tranſmittuntur; nimiam radiorum maxime refrangibilium admixtam lumini reflexo portionem, inficere debere id lumen ſuo colore, hoc eſt, violaceo & cæruleo. Hocque idem evenit, quacunque in parte baſis, inter extrema HG & EI, capiatur linea C $p r t$ B.

PROPOSITIO IX. PROBLEMA IV.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare arcus cæleſtis colorum rationem.

HIC arcus nunquam videtur, niſi cadente pluvia, & ſimul fulgente Sole. Repræſentari autem poteſt etiam arte, jaciendo aquam in ſublime, quæ in guttulas diſperſa, in modum pluviæ, decidat. Etenim Solis radii in hujuſmodi guttulas incidentes, *ſemper arcum exhibent ſpectatori apta poſitione inter Solem & pluviam collocato. Unde hodie convenit inter omnes, arcum iſtum refractione luminis ſolaris in guttulis pluviæ cadentis effici. Intellexerunt hoc etiam antiquorum nonnulli: inter recentiores autem plenius id invenit uberiuſque explicavit celeberrimus *Antonius de Dominis* Archiepiſcopus *Spalatenſis*, in libro ſuo *de radiis viſus & lucis*, quem ante annos amplius viginti ſcriptum, in lucem tandem edidit amicus ſuus *Bartolus*, *Venetiis* anno 1611. In eo enim libro oſtendit vir celeberrimus, quemadmodum arcus interior, binis refractionibus radiorum Solis, ſinguliſque reflexionibus inter binas iſtas refractiones intervenientibus, in rotundis pluviæ guttis effinga-

Digitized by Google

tur; exterior autem arcus, binis refractionibus, biniſque itidem reflexionibus interjectis, in ſimilibus aquæ guttis efficiatur. Suamque is explicandi rationem experimentis comprobavit, in phiala aquæ plena, & globis vitreis aquæ plenis, in Sole collocatis; quo duorum arcuum iſtorum colores, in illis ſe exhiberent contemplandos. Porro, eandem explicandi rationem perſecutus eſt *Carteſius* in meteoris ſuis; eamque quæ eſt de arcu exteriori, inſuper emendavit. Verum cum hi ſcriptores veram colorum originem non intelligerent; neceſſe erit hanc materiam paulo adhuc ulterius proſequi. Ut clarius igitur intelligamus, quemadmodum arcus cœleſtis efficiatur; eſto globus BNFG, TAB. IV. [*Fig.* 14.] centro C & ſemidiametro CN deſcriptus, pluviæ gutta, vel aliud quodvis corpus perlucidum globoſum. Sit porro AN unus ex radiis Solis, incidens in globum iſtum ad N, indeque refractus ad F; ubi vel exeat e globo refractus ad V, vel reflectatur ad G; ibique iterum vel exeat refractus ad R, vel reflectatur ad H: ubi tandem exeat refractus ad S, radiumque incidentem ſecet in tranſverſum in Y. Produc jam AN & RG, donec coeant in X; & ſuper AX & NF, demitte perpendiculares CD & CE; & produc CD, donec incidat in circumferentiam ad L. Denique, parallelam radio incidenti AN duc diametrum BQ; ſitque ſinus incidentiæ ex aere in aquam, ad ſinum refractionis, ut I ad R. Jam ſi fingas punctum incidentiæ N moveri & ferri gradatim a puncto B ad uſque punctum L; arcus QF augebitur primo, & deinde minuetur; & ſimiliter angulus AXR, quem continent radii AN & GR: iſteque arcus QF & angulus AXR maximi tum erunt facti, cum ND ſit ad CN, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{3RR}$; quo in caſu NE erit ad ND, ut 2R ad I. Præterea angulus AYS, qui continetur radiis AN & HS, minuetur primo, & deinde augebitur: minimus autem tum erit factus, cum ND ſit ad CN, ut $\sqrt{II-RR}$ ad $\sqrt{8RR}$; quo in caſu NE erit ad ND, ut 3R ad I. Similiter an-

Digitized by Google

angulus quem radius proximus emergens, (hoc eſt, radius poſt tres reflexiones emergens,) continet cum radio incidente A N, veniet tum ad terminum ſuum, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II - RR}$ ad $\sqrt{15 RR}$; quo in caſu N E erit ad N D, ut 4 R ad I. Porro, angulus quem radius adhæc proximus emergens (hoc eſt, radius poſt quatuor reflexiones emergens,) continet cum radio incidente A N, veniet tum ad terminum ſuum, cum N D ſit ad C N, ut $\sqrt{II - RR}$ ad $\sqrt{24 RR}$; quo in caſu NE erit ad N D, ut 5 R ad I. Et ſimiliter in infinitum: numeris nimirum 3, 8, 15, 24, &c. collectis continua additione terminorum arithmeticæ progreſſionis, 3, 5, 7, 9, *&c.* Quorum quidem omnium veritatem facile expendent intelligentque mathematici.

Jam obſervandum eſt; ſicuti quum Sol ad tropicorum alterutrum accedat, dierum longitudo per aliquod temporis ſpatium parvis admodum portionibus augetur vel minuitur; ita hoſce angulos, quum (augendo diſtantiam C D) ad terminos ſuos perveniunt, quantitatem ſuam aliquandiu variare parva admodum portione; ideoque radiorum in omnia puncta N quadrantis B L incidentium, multo majorem numerum emergere debere prope terminos horum angulorum, quam in aliis ullis inclinationibus. Obſervandum eſt præterea, futurum ut radii, qui refrangibilitate inter ſe differunt, diverſos habeant terminos angulorum ſuorum emerſionis; & conſequenter, pro diverſis refrangibilitatis gradibus, emerſio ipſorum copioſiſſima in diverſis angulis fiat; adeoque ipſi a ſe invicem ſeparati, ſuum ſinguli colorem proprium exhibeant. Iſti autem anguli qui ſint, ex præcedenti theoremate facili computatione colligi poterit.

Etenim in radiis minime refrangibilibus, ſinus I & R (quomodo ſupra comperimus) ſunt 108 & 81: unde, poſito calculo, angulus maximus A X R invenietur graduum 42, 2′; & angulus minimus A Y S, graduum 50, 57′. In radiis autem maxime refrangibilibus, ſinus I & R ſunt 109 & 81: unde, poſito calculo, angulus maximus A X R invenietur gra-

 duum

Digitized by Google

duum 40, 17′; & angulus minimus AYS, graduum 54, 7′.

Finge jam O eſſe oculum ſpectatoris, & OP [*Fig.* 15.] TAB. IV. lineam parallelam radiis Solis; ſintque POE, POF, POG, POH, anguli graduum 40, 17′; 42, 2′; 50, 57′; & 54, 7′, reſpective: Jamque hi anguli circum latus ſuum commune OP circumacti, deſcribent reliquis ſuis lateribus OE, OF; OG, OH; margines duorum arcuum AFBE & CHDG. Etenim ſi E, F, G, H, ſint guttæ collocatæ ubivis in ſuperficiebus conicis deſcriptis a lineis OE, OF, OG, OH; & illuminatæ radiis Solis SE, SF, SG, SH: utique angulus SEO, cum ſit æqualis angulo POE, ſive graduum 40, 17′; erit maximus angulus, in quo radii maxime refrangibiles poſſint poſt unam reflexionem refringi ad oculum; & proinde guttæ omnes in linea OE emittent ad oculum radios maxime refrangibiles copioſiſſime; eoque pacto ſenſui colorem violaceum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Simili ratione, angulus SFO, cum ſit æqualis angulo POF, ſive graduum 42, 2′; erit utique maximus, in quo radii minime refrangibiles poſſint poſt unam reflexionem emergere e guttis; & proinde guttæ in linea OF emittent ad oculum radios iſtos copioſiſſime, eoque pacto ſenſui colorem rubrum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Porro, eadem argumentandi ratione, radii qui ſint intermediis refrangibilitatis gradibus, emittentur copioſiſſime e guttis inter E & F; & ſenſui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis ipſorum gradibus reſpondeat; hoc eſt, in progreſſu ab E ad F, ſive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hoſce ordine exhibebunt, violaceum, indicum, cæruleum, viridem, flavum, aureum, rubrum. Verum enimvero color violaceus, propter admixtum lumen album nubium, evanidus videbitur & ad purpureum accedens.

Rurſum, angulus SGO, cum ſit æqualis angulo POG, ſive graduum 50, 57′; erit utique minimus angulus, in quo radii minime refrangibiles poſſint poſt binas reflexiones emergere e guttis; quare guttæ in linea OG emittent ad oculum radios minime refrangibiles

Digitized by Google

frangibiles copioſiſſime; eoque pacto ſenſui colorem rubrum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Similiter angulus SOH, cum ſit æqualis angulo POH, ſive graduum 54, 7'; erit utique minimus angulus, in quo radii maxime refrangibiles poſſint poſt binas reflexiones emergere e guttis; quare guttæ in linea OH emittent ad oculum radios iſtos copioſiſſime; eoque pacto ſenſui colorem violaceum ſaturatiſſimum illo in loco exhibebunt. Eademque argumentandi ratione, guttæ in mediis partibus inter G & H, ſenſui exhibebunt colores intermedios eo ordine, qui refrangibilitatis ſuæ gradibus reſpondeat; hoc eſt, in progreſſu a G ad H, ſive ab interiori parte arcus ad exteriorem, colores hoſce ordine exhibebunt, rubrum, aureum, flavum, viridem, cæruleum, indicum, violaceum. Denique, cum hæ quatuor lineæ OE, OF, OG, OH, qualibet in parte ſuperficierum conicarum ſupra memoratarum ſitæ eſſe poſſint; utique quod de guttis & coloribus in iſtis lineis dictum eſt, id de guttis & coloribus in omni parte iſtarum ſuperficierum ſimiliter dictum intelligi oportet.

Atque hoc pacto effecti erunt duo arcus colorati; interior ac clarior, una reflexione intra guttas facta; & exterior ac dilutior, binis reflexionibus: etenim lumen unaquaque reflexione fit languidius perpetuo. Porro arcuum iſtorum colores contrario erunt ordine diſpoſiti inter ſe: color enim ruber utriuſque arcus, continens erit utrinque ſpatio GF inter duos arcus interjacenti. Arcus interioris latitudo EOF, in tranſverſum coloribus dimenſa, erit gradus 1, 45'; exterioris latitudo GOH, 3, 10'; arcuumque inter ſe diſtantia GOF, 8, 55'; maxima nimirum ſemidiametro interioris, hoc eſt, angulo POF, exiſtente 42, 2'; & minima ſemidiametro exterioris POG, 50, 57'. Hæ ſunt menſuræ arcuum, ita utique futuræ, ſi Sol eſſet unum duntaxat punctum. At enim Solis globi latitudine latitudo arcuum augebitur, eorumque diſtantia inter ſe minuetur, dimidio gradu. Jamque latitudo arcus interioris erit 2, 15'; latitudo exterioris, 3, 40'; diſtantia ipſorum inter ſe, 8, 25'; maxima ſemidiameter arcus interioris, 42, 17'; & minima exte-

Digitized by Google

exterioris, 50, 42′. Atque hæ quidem revera arcuum in cœlo reperiuntur menſuræ quam proxime, quando colores ipſorum clari atque perfecti videntur. Quondam enim, qua tum accideret ut potuerim ratione, dimenſus ſum maximam ſemidiametrum arcus interioris, eamque comperi graduum circiter 42; eodemque tempore latitudinem colorum rubri, flavi, & viridis, in eodem arcu, comperi eſſe minutorum 63 vel 64; præter extremum colorem rubrum evanidum, claritate nubium circumjacentium obſcuratum, in quem tria vel quatuor minuta amplius annumerari poterunt. Latitudo coloris cærulei erat circiter 40 minutorum amplius; præter violaceum, qui claritate nubium circumjectarum ita erat obſcuratus, ut ejus latitudinem dimetiri non potuerim. Verum poſito quod latitudo cærulei ſimul & violacei, æqualis ſit latitudini rubri, flavi, & viridis ſimul itidem ſumptorum; erit jam tota hujus arcus latitudo, graduum $2\frac{1}{4}$, ut ſupra. Minimum intervallum, quo arcus interior exteriorque inter ſe diſtarent, erat circiter graduum 8, 30′. Exterior arcus latior erat, quam interior; verum adeo evanidus, præſertim a cærulea ſui parte, ut latitudinem ejus diſtincte dimetiri haud potuerim. Alio tempore, cum ambo arcus diſtinctiores apparerent, dimenſus ſum latitudinem arcus interioris, graduum 2, 10′: eratque latitudo colorum rubri, flavi, & viridis, in exteriori arcu, ad latitudinem eorundem colorum in interiori; ut 3 ad 2.

Hæc arcus cœleſtis phænomena explicandi ratio confirmatur adhuc amplius experimento illo notiſſimo, quod *Antonius de Dominis* & *Carteſius* excogitarunt. Suſpenſus nempe in Sole globus vitreus aquæ plenus, inſpiciendus eſt tali in poſitu, ut radii a globo ad oculum pervenientes, contineant cum Solis radiis angulum vel 42 vel 50 graduum. Etenim quum iſte angulus erit factus graduum 42 vel 43, ſpectator (puta ad O) videbit colorem rubrum clarum in ea parte globi, quæ erit a Sole averſa; quomodo repræſentatur ad F: ſique iſte angulus paulo minor factus fuerit (puta deprimendo globum ad E,) videbuntur continuo alii colores, fla-

vus,

Digitized by Google

vus, viridis, & cæruleus ex ordine, in eadem parte globi. Verum quum iſte angulus erit factus graduum circiter 50, (puta attollendo globum ad G,) videbitur tum color ruber in ea parte globi, quæ erit Soli obverſa; ſique angulus iſte adhuc major factus fuerit (puta attollendo globum ad H,) color ille ruber convertet ſe in alios colores, flavum, viridem, & cæruleum ex ordine. Porro rem eandem expertus ſum, intuendo globum immotum, attollendo autem interea vel deprimendo oculum, vel aliter eum movendo, prout opus erat facto; donec angulus ante dictus, juſta magnitudine eſſet conſtitutus.

Audivi narratum, lumen candelæ refractum priſmate ad oculum, ita ſe habere, ut cum color cæruleus incidat in oculum, ſpectator videat tum in priſmate rubrum; cumque ruber incidat in oculum, tum is cæruleum videat. Quod quidem ſi verum eſſet; utique colores in globo antedicto, & in arcu cœleſti, ordine contrario, quam experimur, apparere deberent. Verum errorem hunc inde ortum puto, quod, cum colores luminis candelæ valde ſint languidi, difficile ſit diſcernere quinam colores in oculum incidant. Etenim ipſe obſervavi ſæpe e contrario, in Solis lumine a priſmate refracto, ſpectatorem ſemper eum colorem in priſmate videre, qui incidat in oculum. Idemque etiam in lumine candelæ, verum eſſe comperi. Cum enim priſma lente moveatur e linea, quæ directo a candela ad oculum ducta ſit; color ruber primum videtur in priſmate, deinde cæruleus; ac proinde uterque tum videtur, cum incidat in oculum: nam color ruber primo ſuper oculum tranſit, deinde cæruleus.

Lumen quod binis refractionibus ſine ulla reflexione per guttas pluviæ tranſmittitur, fortiſſimum videri debet intervallo circiter 26 graduum a Sole, & langueſcere gradatim utroque, prout intervallum iſtud vel augeatur vel minuatur. Idemque dictum intelligi debet, de lumine per grandinem globoſam tranſmiſſo. Quod ſi grando, quomodo ſæpe evenit, compreſſa ſit aliquantum atque planior facta; utique lumen tranſmiſſum adeo forte evadere poterit intervallo paulo minus 26 graduum,

Digitized by Google

graduum, ut circum Solem aut Lunam Halo ſive coronam effingat: Quæ porro Halos, quoties grando apta ſit figura, colorata eſſe poterit: tumque intra rubra erit facta, radiis minime refrangibilibus; & cærulea extra, radiis maxime refrangibilibus; præſertim ſi grandinis particulæ habeant forte in centris ſuis opacos nivis globulos, qui lumen intra Halo intercipientes, (quomodo *Hugenius* obſervavit,) efficere poſſint ut interior ipſius pars diſtinctius, quam alioqui futurum eſſet, definita ſit. Etenim hujuſmodi grandinis particulæ, quamvis globoſæ, tamen terminando lumem incluſa ſua nive, exhibebere poterunt Halo rubram intra, & coloris expertem extra; atque etiam obſcuriorem intra rubram ſui partem, quam extra; uti plerunque fieri ſolet. Etenim ex radiis qui proxime nivem præterferuntur, rubri refringentur minime; adeoque ad oculum in lineis directiſſimis pervenient.

Lumen, quod e pluviæ gutta poſt duas refractiones & tres pluresve reflexiones egreditur, vix ſatis forte eſt ad arcum efficiendum, qui ſub ſenſum cadat. At in glaciei particulis illis cylindraceis, quarum ope *Hugenius* rationem Parheliorum explicat, poterit fortaſſe ſenſu percipi.

PROPOSITIO X. PROBLEMA V.

Ex proprietatibus luminis ſupra expoſitis, explicare colorum in corporibus naturalibus permanentium rationem.

ISTI colores hinc oriuntur, quod a certis corporibus naturalibus certa radiorum genera reflectuntur reliquis omnibus copioſius, & ab aliis alia. Minium reflectit radios minime refrangibiles, ſive rubros, copioſiſſime; atque inde rubrum videtur. Violæ reflectunt radios maxime refrangibiles copioſius; indeque ſuum habent colorem: & ſimiliter cætera corpora omnia. Omne corpus reflectit radios, qui ſunt ſuo ipſius colore, copioſius quam reliquos; & colorem ſuum inde trahit, quod radii iſti in reflexo lumine prævaleant ac dominentur.

Digitized by Google

EXPERIMENTUM XVII.

Etenim ſi in luminibus homogeneis, qualia per problema in quarta propoſitione primæ Partis hujus Libri expoſitum obtineri poterunt, collocentur corpora diverſorum colorum; invenies, ſicuti ipſe expertus ſum, omne corpus in eo ſemper lumine, quod ſit ſuo ipſius colore, clariſſimum & luminoſiſſimum videri. Cinnabaris in lumine rubro homogeneo, maxime reſplendet; in lumine viridi, manifeſto fit minus ſplendens; in cæruleo, etiam adhuc minus. Indicum in lumine violaceo-cæruleo, fulgentiſſimum eſt; fulgor autem iſte, prout id inde pedetentim per lumen viride & flavum tranſvehatur ad rubrum, minuit ſe gradatim. Porrum lucem viridem praſinam præcipue, deinde autem cæruleam quoque & flavam, ex quibus viridis componitur, fortius reflectit quam colores reliquos rubrum & violaceum. Et ſimiliter cætera corpora omnia. Verum quo hujuſmodi experimenta evidentiora fiant, talia corpora oportebit adhiberi, quæ ſint coloribus clariſſimis & pleniſſimis. Atque etiam bina hujuſmodi corpora inter ſe comparari oportebit. Exempli gratia; ſi cinnabaris & cæruleum cyprium ſive ultramarinum, vel alius quivis color cæruleus floridus & largus, in lumine rubro homogeneo ſimul conferantur; utique utrumque videbitur rubrum; at cinnabaris quidem colore rubro videbitur claro, largo & ſplendentiſſimo; cæruleum cyprium autem, rubro quidem ſaturo, ſed obſcuro tamen & tenebricoſo. Sin hæc eadem corpora deinceps in lumine cæruleo homogeneo ſimul conferantur; utique utrumque videbitur jam cæruleum; at cæruleum cyprium quidem colore cæruleo videbitur claro, largo & ſplendentiſſimo; cinnabaris autem, cæruleo quidem ſaturo, ſed obſcuro tamen & tenebris offuſo. Quo quidem experimento clariſſime, ſine omni dubitatione, evincitur; lumen rubrum multo copioſius a cinnabari reflecti, quam a cæruleo cyprio; & lumen cæruleum multo copioſius a cæruleo cyprio, quam a cin-

Digitized by Google

a cinnabari. Idem autem experimentum non ſine optato eventu capi poterit etiam in minio & indico, vel binis aliis quibuſvis corporibus coloratis; ſi modo illud, quam non ex æquo forte vel languidum ſit utriuſque naturale lumen atque color, rationis habeatur.

Porro autem, ut corporum naturalium colorum ratio ex hiſce experimentis evidens eſt atque manifeſta; ita uberius inſuper confirmatur, (adeo ut res nullam amplius dubitationem habeat,) ex duobus primis experimentis primæ Partis hujus Libri; quibus quidem experimentis probavimus in iſtiuſmodi corporibus, lumina reflexa quæ coloribus inter ſe differunt, ea itidem refrangibilitatis gradibus differre inter ſe. Etenim inde manifeſtum eſt, alia corpora radios magis refrangibiles, alia minus refrangibiles, reflectere copioſius.

Atque hanc quidem eſſe non veram ſolummodo, ſed & ſolam quoque horum colorum rationem, adhuc amplius inde apparere poterit, quod color luminis homogenei non poſſit corporum naturalium reflexione ullo modo immutari.

Etenim ſi corpora naturalia nequeunt reflexione ſua colorem ullius generis radiorum ne quidem quicquam omnino immutare; utique ea corpora non poſſunt ulla alia de cauſa apparere colorata, quam quia radios illos reflectant, qui vel natura eo ſint colore quem ipſa exhibent, vel qui aliqua ſui permixtione eum conficere debeant.

Verum in hujuſmodi experimentis capiendis, cavendum eſt diligenter, ne lumen non ſit ſatis perfecte homogeneum. Si enim corpora illuminaveris coloribus vulgaribus priſmate exhibitis; videbuntur ea jam neque ſuo ipſorum colore, qualem interdiu & in aprico exhibent; neque colore qui eſt luminis jam ſibi immiſſi; ſed colorem aliquem referent inter utrumque medium; uti ipſe experiundo comperi. Exempli gratia; minium lumine viridi ordinario priſmatibus exhibito illuminatum, neque rubrum videbitur neque viride; ſed aureum aut flavum, vel coloris alicujus inter flavum & viridem medii, pro eo ut viride lumen, quo id illuminatum ſit,

Digitized by Google

ſit, magis fuerit minuſve compoſitum. Etenim ex una parte; quoniam minium, quum illuminatum ſit lumine albo, in quo omnia radiorum genera ex æquo commixta ſunt, rubrum videtur; in viridi autem lumine omnia radiorum genera non ſunt ex æquo commixta; utique radii flavi, virides, & cærulei, qui in iſto viridi lumine jam in minium incidente inſunt nimia portione, efficere debebunt ut iidem radii in reflexo etiam lumine adeo prævaleant, ut id, cum rubrum eſſe deberet, jam colorem ipſorum ſubviridem trahat. Ex altera autem parte; quoniam minium radios rubros reliquis omnibus copioſius, pro ratione numeri ipſorum in lumine incidente, reflectit; & deinceps aureos atque flavos; utique iſti radii in lumine reflexo majorem jam proportionem ad totum illud lumen habebunt, quam habuerant ad lumen viride incidens; ac proinde efficient ut lumen illud reflexum, cum viride eſſe deberet, jam colorem ipſorum ſubrubrum trahat. Atque hoc quidem pacto minium neque rubrum videbitur, neque viride; ſed colore aliquo inter utrumque medio.

In liquoribus ita coloratis, ut tamen ſint pellucidi, obſervandum eſt colorem una cum craſſitudine ipſorum variari ſolere. Exempli gratia; liquor ruber in vitro conico inter lucem & oculum collocatus, prope a fundo, ubi tenuior eſt, colore flavo videtur pallido ac diluto; paulo ſuperius autem, ubi craſſior eſt, colorem aureum induit; qua parte adhuc craſſior eſt, rubrum; qua denique craſſiſſimus eſt, colorem rubrum ſaturum atque preſſum. Etenim exiſtimandum eſt, iſtiuſmodi liquorem intercipere radios indicos & violaceos facillime; cæruleos, difficilius; virides, adhuc difficilius; rubros, omnium difficillime: Quod ſi igitur craſſitudo liquoris ea ſit duntaxat, qua radiorum violaceorum indicorumque ſatis multi intercipiantur, nec tamen de reliquorum numero multum diminuatur: tum utique ex reliquis iſtis (per prop. 6. hujus Partis) colorem componi debere pallidum flaveſcentem: Verum ſi liquoris craſſitudo tanta ſit facta, ut cæruleorum quoque radiorum plurimos intercipiat, etiam & viridium non-

 nullos;

nullos; tum utique ex reliquis colorem componi debere aureum: Cumque porro liquor iſte eo craſſitudinis excreverit, ut etiam maximam partem radiorum viridium intercipiat, flavorum quoque aliquammultos; tum utique ex reliquis oriri oportere colorem rubeſcentem: Qui denique color ruber, pro eo ut radii flavi atque aurei (augendo adhuc liquorem in craſſitudinem) magis magiſque intercipiantur, largior perpetuo ſaturatiorque fieri debeat; donec pauci admodum radiorum, præter rubros ſolos, demum tranſmitti poſſint.

Atque hujus quidem generis eſt experimentum, quod mihi nuper retulit D. *Halleius*; qui cum, die quodam inſolato, in mare ſe ad ingentem uſque aquarum altitudinem in vaſe ad urinandum comparato ſubmerſiſſet, obſervavit ſuperiorem partem manus ſuæ, cui Sol per aquas ſuperiores ad altitudinem multarum orgyiarum incumbentes, perque parvam feneſtram vitream in vaſe infixam, directo tum collucebat, colore roſeo ſibi viſam eſſe; aquam autem infra ſe, & inferiorem manus ſuæ partem, illuſtratam lumine ab aqua inferiori reflexo, virides eſſe viſas. Etenim hinc colligi poteſt, aquam marinam reflectere radios violaceos & cæruleos facillime, rubros autem liberrime & copioſiſſime ad ingentem uſque altitudinem tranſmittere. Nam hoc quidem pacto directum Solis lumen, in ingenti aquarum altitudine, propter radios rubros numero prævalentes, rubrum videri oportebit; & quo major fuerit aquarum altitudo, eo largior ac ſaturior color iſte ruber eſſe debebit. Reflexi autem inferne radii cærulei, virides, & flavi, copioſius multo quam rubri; etiam in ea aquarum altitudine, quo radii violacei vix penetrant omnino; colorem viridem exhibeant neceſſe eſt.

Jam ſi duo liquores, coloribus largis ſaturatiſque, puta rubro & cæruleo, ea quantitate in craſſitudinem, qua colores ipſorum juſtam ſaturitatem habeant, inſpiciantur; quamvis uterque eorum ſatis tranſlucidus ſit ſeorſum, tamen ambo non erunt conjunctim tranſlucidi. Si enim per unum horum

horum liquorum radii rubri ſoli tranſmittantur, & cærulei ſoli per alterum; utique per utrumque tranſmitti poterunt plane nulli. Hoc caſu & fortuito expertus eſt D. *Hookius* in cuneis vitreis, liquoribus rubro & cæruleo plenis; magnamque ei admirationem movit improviſus & inopinatus rei eventus; cujus quippe cauſa tum prorſus incognita eſſet: quo equidem magis experimento ejus fidem habeo, quamvis ipſe id non iteraverim. Verum quicunque hujus rei experimentum iterum capere velit; ei diligentiſſime illud in primis erit agendum, ut liquores ſint coloribus bonis admodum & ſaturatis.

Exiſtimandum eſt autem, dum corpora fiunt colorata, reflectendo aut tranſmittendo hoc vel illud genus radiorum copioſius quam cæteros; utique intercipere ea & reſtinguere intra ſe radios illos quos neque reflectunt neque tranſmittunt. Etenim ſi aurum in bracteas tenuiſſimas ductum, collocetur inter oculum & lucem; lux per id cærulea videbitur, vel viridis. Quare aureum ſolidum intromittit in ſe radios cæruleos; eoſque ultro citroque reflexos aliquandiu intra ſe, intercipit tandem atque reſtinguit penitus; dum radios flavos reflectit extra, ipſumque adeo videtur flavum. Quo autem modo bracteæ aureæ, flavæ videntur lumine reflexo, & cæruleæ tranſmiſſo; aurum autem ſolidum, omni ex parte, omnique in poſitu oculi, ex æquo flavum: eodem fere modo certi ſunt liquores, ut ligni nephritici infuſio; & certa etiam vitri genera; quæ unum genus luminis tranſmittunt copioſius, aliud autem genus reflectunt; eoque pacto coloribus variis, pro vario oculi atque luminis poſitu, videntur. Quod ſi liquores vel vitra iſta, adeo craſſa ac ſolida eſſent facta, ut nullum omnino lumen per ea tranſmitti poſſet; equidem nihil dubito, (quamvis nondum quidem expertus hoc affirmare queam,) quin ea ſimiliter ac alia omnia corpora opaca, uno eodemque colore in omni oculi poſitu eſſent appäritura. Etenim opaca ipſa corpora omnia colorata, cum (quantum ego quidem obſervare potuerim)

 lucem

lucem tranſmittere poſſint, ſi modo ſatis tenuia facta ſint; utique perlucida ſunt quodam modo, & gradu duntaxat pelluciditatis differunt a liquoribus pellucidis coloratis; quippe & hi liquores, æque ac corpora illa, nimia craſſitudine evadunt opaci. Porro, corpus pellucidum, quod cujuſvis coloris videatur lumine tranſmiſſo; poterit etiam ejuſdem coloris videri, lumine reflexo; ita videlicet, ſi lumen iſtius coloris reflectatur a poſteriori corporis ſuperficie, vel ab aere qui eſt ultra eam. Tumque color iſte reflexus diminui poterit, & fortaſſe evaneſcere; augendo corpus ipſum in craſſitudinem, & induendo id a tergo pice, ad cohibendam ſuperficiei ejus poſterioris reflexionem; ut lumen adeo ab ipſis corporis particulis reflexum prævaleat, &, quo colore ſe inde tinxerit, oſtendere poſſit. Utique tali in caſu, crediderim colorem luminis reflexi alium facile futurum, ac tranſmiſſi. Verum unde tandem fiat, ut corpora & liquores colorata, reflectant alia genera radiorum, alia autem intromittant vel tranſmittant; id in ſequenti Libro dicetur. In hac propoſitione ſatis habebo, illud me ita comprobaſſe, ut res nullam amplius dubitationem habere poſſit; ejuſmodi proprietates revera in corporibus ineſſe, eaque inde apparere colorata.

PROPOSITIO XI. PROBLEMA VI.

Permixtis inter ſe luminibus coloratis, componere radium luminis, qui ſit eodem colore eademque natura, ac radius directi luminis Solis; in eoque experiri propoſitionum præmiſſarum veritatem.

TAB. IV. SIT A B C *a b c* [*Fig.* 16.] priſma, quo Solis radius in cubiculum tenebricoſum per foramen F immiſſus, refringatur ad lentem M N; ſuperque ea in locis *p*, *q*, *r*, *ſ*, & *t*, depingat colores ſolitos, violaceum, cæruleum, viridem, flavum & rubrum. Radios jam ita divergentes, cogat refractio hujus lentis; faciatque ut iterum convergant ad X; ubi permixtio-

mixtione colorum illorum omnium inter ſe albitudinem, quomodo ſupra expoſitum eſt, conficiant. Tum in X collocetur aliud priſma D E G *d e g* priori parallelum; quo lumen id album refringatur ſurſum verſus ad Y. Sint refringentes priſmatum anguli, ipſorumque diſtantiæ a lente, æquales comparate inter ſe; ut radii, qui convergebant a lente ad X, quique ibi, abſque nova refractione eſſet, futurum erat ut decuſſarentur divergerentque iterum; refractione jam ſecundi priſmatis fiant denuo paralleli inter ſe, nec divergant amplius. Etenim hoc pacto ex radiis iſtis, compoſitus erit iterum radius albus X Y. Si angulus refringens utriuſvis priſmatis major fuerit; id priſma tanto propius a lente diſtet oportebit. At enim quando demum priſmata & lens apte ſint inter ſe diſpoſita, ita intelliges; ſi obſervabis utrum radius X Y, qui e ſecundo priſmate egreditur, ſit ad uſque extrema ſui latera perfecte planeque albus; &, interjectis quibuſcunque a priſmate intervallis, perfecte & ex omni parte albus, haud ſecus ac directus Solis radius, permaneat necne. Etenim uſque eo, donec is ita ſe habeat, mutanda erit perpetuo & corrigenda priſmatum lentiſque diſpoſitio inter ſe. Quum autem hæc omnia apte diſpoſita compereris; ſi tum deinceps ope trabis longioris, qualis in ſchemate depicta eſt, vel tubi, vel alius cujuſvis inſtrumenti in id comparati, priſmata & lens eo in ſitu fixa retineantur; poteris exinde in hoc compoſito luminis radio X Y earundem omnium rerum experimenta capere, quarum hactenus fecimus in directo Solis lumine. Nam hic compoſitus radius eandem habet ſpeciem, eaſdemque omnes omnino proprietates, quantum ego quidem obſervare potuerim; ac directus Solis luminis radius. Porro autem, inter experimenta in hoc radio agenda, poteris, intercipiendo quoties libuerit quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, ad lentem, videre manifeſto quemadmodum colores in hujuſmodi experimentis generati, non ſint alii, ſed iidem plane, qui erant radiorum ad lentem, jam antequam ii ad hunc radium conſtituendum convenirent; & conſequen-

quenter colores iſtos non oriri ex novis luminis modificationibus, refractione ſcilicet & reflexione ei impreſſis; ſed ex variis duntaxat ſeparationibus ac mixturis radiorum, congenitas utique qualitates ſuas colorificas habentium.

Exempli gratia: Quum lente uncias $4\frac{1}{4}$ lata, duobuſque priſmatibus a lente utrinque pedes $6\frac{1}{4}$ diſtantibus, compoſitum iſtiuſmodi radium luminis confeciſſem: ut experire deinceps quæ eſſet cauſa atque ratio colorum priſmatibus exhibitorum, refregi compoſitum iſtum radium luminis X Y alio priſmate H I K *k h*, eoque pacto ſolitos priſmatis colores P Q R S T in chartam L V ultra collocatam projeci; tumque intercipiendo quemvis colorum *p*, *q*, *r*, *ſ*, *t*, ad lentem, obſervabam eundem colorem charta L V continuo evaneſcere. Ita, ſi color purpureus *p* intercipiebatur ad lentem; utique purpureus P in charta continuo evaneſcebat: reliqui autem colores permanebant nihil immutati; niſi forte cæruleum excipias, qui eatenus fortaſſe immutaretur, quatenus aliquid purpurei in eo ad lentem latitans, refractionibus ſequentibus poſtea ſeparari potuerit. Similiter, intercepto ad lentem colore viridi *r*; utique viridis R in charta continuo evaneſcebat; idemque de cæteris coloribus ſimiliter intelligendum eſt. Ex quo manifeſto apparet; ut radius albus X Y compoſitus erat ex diverſis luminibus ad lentem varie coloratis; ita colores ex eo poſtea ope novarum refractionum emergentes, non alios eſſe, quam eos ipſos, ex quibus albitudo illa compoſita fuerat. Utique refractio priſmatis H I K *k h* generat colores P Q R S T in charta L V, non immutando colorificas radiorum qualitates, ſed ſeparando radios a ſe invicem, qui eaſdem videlicet qualitates colorificas habebant, jam antequam ad refractum luminis albi radium X Y componendum coirent. Etenim alioqui fieri poſſet ut radii, qui fuerant uno quovis colore ad lentem, alio forte colore eſſent deinde in charta; contra, quam experientia comperimus.

Similiter, ut experirer quæ eſſet corporum naturalium colorum cauſa atque ratio; collocabam iſtiuſmodi corpora in radio

dīo illo albo compoſito X Y, & comperiebam ea omnia ſuos ipſorum colores proprios exhibere tales, quales interdiu in aprico exhibere ſolent; eoſque porro colores pendere omnino ex radiis, qui eſſent iiſdem coloribus ad lentem, jam antequam ad radium illum componendum coirent. Exempli gratia: Cinnabaris in radio illo albo collocata, eodem plane videtur colore rubro, ac in cœlo aperto poſita. Quod ſi porro intercipiantur ad lentem radii virides & cærulei; utique rubor ipſius jam multo clarior atque largior erit factus. Verum ſi radios rubros ad lentem intercipias; cinnabaris non jam amplius rubra videbitur, ſed viridis vel flava, vel alio quovis colore, pro eo ut hæc vel illa radiorum genera in eam incidere permittas. Similiter, aurum in lumine illo albo X Y, eodem colore flavo videtur, ac in aprico lumine diuturno: verum intercepto ad lentem certo & apto radiorum flavorum numero, æquiparabit id argentum albitudine; quomodo ipſe experiundo comperi: ex quo apparet colorem flavum, quo aurum tum videtur cum nulli intercepti ſint radii, oriri ex radiis illis flavis redundantibus, qui, cum per lentem iterum tranſire permittuntur, albitudinem jam dictam ſuo colore inficiunt. Sic quoque ligni nephritici infuſio, cum in hoc compoſito radio albo X Y collocata ſit, (uti ipſe itidem expertus ſum,) cærulea videtur reflexo lumine, & flava vel rubra tranſmiſſo; eodem modo ac quum clara diurna luce & in ſole inſpiciatur: verum ſi intercipias lumen cæruleum ad lentem; utique infuſio illa amittet cæruleum ſuum colorem reflexum: dum tranſmiſſus color ruber permanebit nihilo minus perfectus; immo, propter ſublatos radios aliquos cæruleos quibus antea dilutus fuerat, etiam ſaturior is ac largior erit factus. E contrario autem, ſi radii rubri atque aurei intercipiantur ad lentem; jam amittet infuſio colorem ſuum rubrum tranſmiſſum; dum color cæruleus reflexus permanebit uſque, atque etiam largior & perfectior erit factus. Ex quo apparet infuſionem illam, non utique ipſam inficere radios coloribus cæruleo & flavo; ſed

S tan-

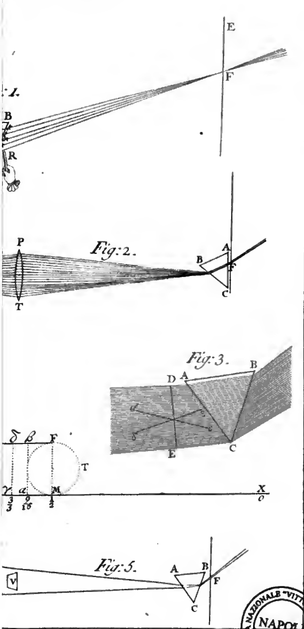
Digitized by Google

tantum tranſmittere copioſius eos, qui erant ante rubri; & reflectere copioſius eos, qui erant ante cærulei. Atque eodem quidem modo examinari atque probari poterunt aliorum quorumvis phænomenorum rationes; ſi capiantur experimenta in hoc arte compoſito luminis radio X Y.

OPTI-

Digitized by Google

.I. Par. II. Tab. I.



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

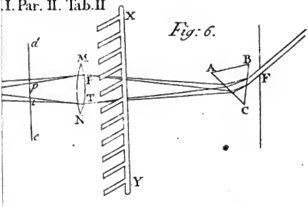


Fig: 6.

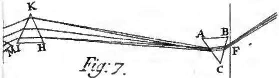


Fig: 7.

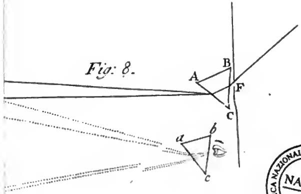
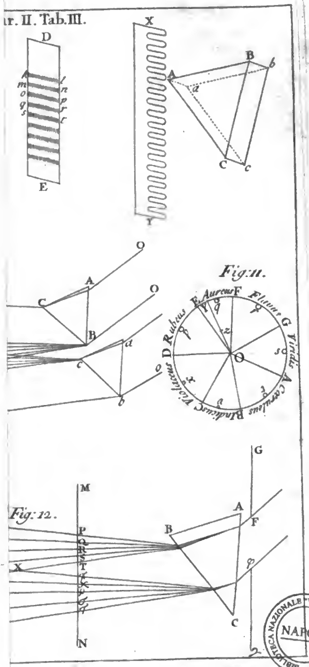


Fig: 8.

BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI

Digitized by Google



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" NAPOLI
Digitized by Google

Digitized by Google

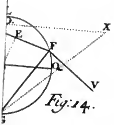
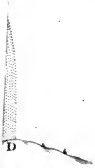
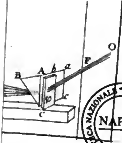


Fig: 14.

Fig: 15.





BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

Digitized by Google

Digitized by Google

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS I.

Obſervationes circa reflexiones, refractiones & colores corporum tenuium pellucidorum.

OBſervatum fuit antehac ab aliis, corpora pellucida, ut vitrum, aquam, aerem & ſimilia, quum inflando tenſa ſint in pertenues bullulas, vel alio quovis modo in lamellas ſummæ tenuitatis ducta; varios utique colores, pro varia ſua tenuitate, exhibere; quamvis eadem, quum ſint craſſiora, plane pellucida videantur & coloris expertia. In priori libro ſermonem de hujuſmodi coloribus conſulto abſtinui; quoniam & ipſi difficilioris videbantur explicatus; neque in-

Digitized by Google

tellectu neceſſaria erat ipſorum ratio, ad proprietatum luminis eo in libro expoſitarum explicationem comprobandam. Verum cum hi ad nova porro inventa, quibus lucis theoria perfici atque abſolvi poſſit, multum queant conferre; maxime quoad conſtitutionem ac diſpoſitionem partium, ex quibus corporum naturalium colores vel pelluciditas pendeant; viſum eſt mihi hoc in loco, quæ de hujuſmodi coloribus obſervaverim, paucis exponere. Ut autem brevius atque diſtinctius abſolvam; primo obſervationum ipſarum præcipuas deſcribam; deinde, quid ex eis colligi videatur, & quis in eis uſus eſſe poſſit, exponam. Obſervationes autem meæ, hujuſmodi fuerunt.

Observatio I.

Cum bina priſmata paulo arctius ad ſe comprimerem invicem, ut latera ipſorum (quæ erant forte aliquantulum convexa) ſe aliqua ſui parte inter ſe contingerent; obſervabam locum, ubi illa contingerent inter ſe, plane & perfecte pellucidum illico eſſe factum; perinde ac ſi vitrum ibi fuiſſet unum & continuum. Etenim quum lumen in aerem iſtum, qui in reliquis omnibus facierum commiſſarum partibus inter bina priſmata interjaceret, adeo oblique incideret, ut id omne reflecteretur; in illa parte, ubi facies eæ ſe contingebant inter ſe, videbatur id omne tranſmitti: adeo ut locus ille contactus, cum inſpiceretur, videretur tanquam macula nigra vel tenebroſa; propterea quod ex illo non, uti ex aliis locis, plurimum luminis, ſed parum aut nihil, quod quidem ſenſu percipi poſſet, reflecteretur: cum autem is tranſpiceretur, tum videretur tanquam foramen in aere illo, qui vitrorum compreſſu in tenuem quandam inter bina priſmatum facies conformatus eſſet lamellam: per quod quidem foramen diſtincte perſpici poterant corpora ultra collocata; quæ per alias vitrorum partes, ubi aerea lamella interjecta eſſet, cerni omnino non poterant. Porro, quam-

quamvis priſmatum facies eſſent aliquantum convexæ, tamen macula illa pellucens ſatis erat lata; quæ utique latitudo oriri præcipue videbatur ex eo, quod vitrorum partes mutuo compreſſu cederent nonnihil introrſum. Etenim comprimendo priſmata arctius inter ſe; macula illa multo, quam ante latior erat facta.

Observatio II.

Quum lamina illa aerea, convertendo priſmata circa axem ſuum communem, adeo parum tandem ad incidentes radios inclinata eſſet facta, ut nonnulli eorum tranſmitti cœperint; oriebantur in ea multi tenues arcus colorati, qui initio formam conchoidis fere exprimebant, quomodo eos in primo ſchemate depictos videre eſt. Continuando autem TAB. I. priſmatum motum, arcus iſti augebantur perpetuo & incurvabant ſeſe magis magiſque circa antedictam maculam pellucentem, donec tandem in circulos integros ſive annulos maculæ iſti circumjectos flexi, contraherent ſeſe deinceps gradatim in parvitatem.

Arcus iſti, cum apparerent primum, colore erant violaceo & cæruleo; interque eos interjecti erant arcus circulorum albi, qui, continuando priſmatum motum, ſtatim tingebantur nonnihil ab interioribus ſuis marginibus colore rubro & flavo, exterioribus autem marginibus confinem habebant cæruleum. Adeo ut colores ab uſque macula in centro tenebroſa, hoc ordine tum eſſent diſpoſiti: albus, cæruleus, violaceus; niger; ruber, aureus, flavus, albus, cæruleus, violaceus; &c. Verum flavus & ruber multo erant languidiores, quam cæruleus & violaceus.

Continuato adhuc priſmatum motu circa axem ſuum communem, colores iſti coarctabant ſe magis magiſque, & contrahebant ſeſe utroque in albitudinem circumjectam, donec tandem in eam penitus evaneſcerent. Tumque circuli in iſtis locis albi nigrique videbantur, ſine ullis aliis coloribus intermixtis.

Digitized by Google

mixtis. Verum continuando adhuc amplius priſmatum motum, colores iterum ſe ex albitudine explicabant; violaceus videlicet ac cæruleus ab interiori ipſius margine, ab exteriori autem ruber ac flavus. Adeo ut colores ab uſque macula centrali, hoc ordine jam eſſent diſpoſiti: albus, flavus, ruber, niger; violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber; &c. Contra quam prius erant viſi.

Observatio III.

Cum annuli, vel aliquæ ipſorum partes, albi ſolummodo & nigri apparerent; videbantur valde diſtincti, & diſtinctis terminis definiti; eorumque nigror non minus intenſus videbatur, quam ipſius maculæ centralis. Item in marginibus annulorum, ubi colores ex albitudine emergere cœperunt, ſatis erant diſtincti, eoque ad ingentem uſque multitudinem ſub aſpectum veniebant. Numeravi nonnunquam amplius triginta ſeries ſive ordines, (computando in ſingulas ſeries annulum album & nigrum;) atque etiam plures vidi, quos, quæ erat ipſorum parvitas, numerare non potuerim. Verum in aliis priſmatum poſitionibus, ubi videlicet annuli variis coloribus tincti viderentur; haud amplius octo aut novem diſcernere potui; atque etiam illorum ipſorum exteriores, valde confuſi videbantur atque diluti.

In hiſce duabus obſervationibus, quo annuli diſtincti viderentur, colorumque omnium, præterquam albi & nigri, expertes; eos interjecto aliquo intervallo inſpici oportere adverti. Etenim ſi oculum propius admovebam; tametſi inclinationem ejus ad planitiem annulorum nihil omnino immutaveram: emergebat tamen continuo ex albitudine color ſubcæruleus, qui ſeſe in annulorum nigros magis magiſque explicans, effecit ut & circuli ipſi minus diſtincti evaderent, & albitudo etiam coloribus rubro & flavo nonnihil tincta eſſet. Præterea comperiebam, inſpiciendo per rimulam ſive fiſſuram oblongam, quæ & oculi pupilla anguſtior eſſet,

&

Digitized by Google

& proxime oculum priſmatibus parallela teneretur: poſſe me circulos eo pacto cernere multo diſtinctiores, multoque etiam majori, quam alioqui, numero, ſub aſpectum venientes.

Observatio IV.

Ut adhuc accuratius obſervarem, quo ordine hi colores ex albis circulis orirentur, pro eo ut radii minus minuſque ad lamellam aeream inclinati eſſent facti; cepi duo vitra objectiva; alterum plano-convexum, ad teleſcopium quatuordecim pedum; alterum autem vitrum amplum & utrinque convexum, ad teleſcopium circiter pedum quinquaginta. Cumque huic vitro utrinque convexo, planam faciem alterius ſuperpoſuiſſem; appreſſi ea invicem lenta manu, ut colores in circulorum centro ex ordine emergerent; & deinde vitrum ſuperius lente de inferiori ſuſtuli, ut colores eodem in loco itidem ordine evaneſcerent. Color, qui, comprimendo vitra, noviſſimus in medio colorum emergeret, videbatur ſemper, cum primum appareret, tanquam orbis uno fere & conſimili colore ab uſque circumferentia ſua ad centrum; compreſſis autem arctius vitris, diffundebat is ſeſe & extendebat perpetuo in latitudinem quoquoverſus, donec novus aliquis color in centro ejus emergeret, adeoque is in annulum abiret novo iſti colori circumjectum. Porro, arctius adhuc compreſſis inter ſe vitris, annuli iſtius diameter augebatur, orbitæ autem ſive circuitus ſui latitudo minuebatur, donec novus iterum color in centro antecedentis emergeret: & ſic deinceps; donec tertius, quartus, quintus, pluresque novi colores ibi ex ordine ſimiliter emergerent, & in annulos abirent colori intimo circumjectos; quorum utique ultimus eſſet macula ipſa nigra. E contrario, vitrum ſuperius lente de inferiori ſublevando, diametri annulorum contrahebantur, orbitarum autem ſuarum latitudo augebatur, donec ſingulorum colores ad uſque centrum ſua quiſque vice pertingerent; quo quidem tempore, quoniam coloris ad centrum

trum exeuntis ſemper ſatis magna erat latitudo, facilius, quam antea, colorum ſingulorum ſpeciem diſcernere & diſtinčte internoſcere potui. Atque hoc pacto, eorum invicem ſuccedendi ordinem atque quantitatem, illam, quæ jam infra exponetur, eſſe obſervavi.

Maculæ in centro pellucidæ, ex vitrorum contactu ortæ, ſucceſſit proxime color cæruleus, deinceps albus, flavus, & ruber. Coloris cærulei adeo puſillum erat quod aſpectu perciperetur, ut eum in circulis, quos priſmata exhibuerunt, diſcernere omnino non potuerim; neque vero in eo violacei quicquam diſtincte cernere potui: at flavus & ruber ſatis erant copioſi; & tantundem ſpatii occupare videbantur, quantum albus; quadruplo autem vel quintuplo tantum, quam quantum cæruleus. Proxima colorum ſeries prioribus illis circumjecta, erant violaceus, cæruleus, viridis, flavus & ruber: atque hi quidem omnes, largi erant & clari; ſi viridem excipias, qui & perexiguus erat, & multo etiam languidior dilutiorque quam cæteri videbatur: colorum quatuor reliquorum, violaceus ſpatium minimum occupabat; cæruleus autem minus, quam flavus vel ruber. Tertia colorum ſeries, erant purpureus, cæruleus, viridis, flavus & ruber: in qua purpureus rubicundior videbatur, quam violaceus in priori ſerie: viridis autem multo magis, quam in priori, conſpicuus erat; utpote reliquos omnes colores, excepto uno flavo, claritate atque copia æquiparans: at ruber evanuerat nonnihil, & paulo elutior erat factus; ad purpureum utique permultum deſcendens. Quarta colorum ſeries, erant viridis & ruber: viridis copioſus erat admodum atque floridus, accedens ad cæruleum ex altera parte, ex altera ad flavum: verum in hac quarta ſerie nullus erat violaceus, cæruleus, neque flavus; atque etiam ruber valde imperfectus erat, ac nubilus. Qui porro hiſce ſuccedebant colores, adhuc magis magiſque evanidi dilutique videbantur; donec poſt tres vel quatuor deinceps ſeries, tandem in ipſam plane albitudinem abirent. Qua forma ac ſpecie hæ

Digitized by Google

hæ ſeries tum apparerent, cum vitra arctiſſime invicem appreſſa eſſent, quo macula nigra ſe in centro videndam exhiberet; delineatum eſt in ſecundo ſchemate: ubi *a*, *b*, *c*, *d*, *e*: *f*, *g*, *h*, *i*, *k*: *l*, *m*, *n*, *o*, *p*: *q*, *r*: *ſ*, *t*: *v*, *x*: *y*, *z*; repræſentant colores ex ordine a centro numeratos; nigrum, cæruleum, album, flavum, rubrum: violaceum, cæruleum, viridem, flavum, rubrum: purpureum, cæruleum, viridem, flavum, rubrum: viridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum: cæruleum ſubviridem, rubrum pallefcentem: cæruleum ſubviridem, album rubeſcentem. TAB. I.

OBSERVATIO V.

Ut intervallum vitrorum, ſive craſſitudo interjectæ lamellæ aereæ, qua quiſque color produceretur, quænam eſſet definirem; dimenſus ſum diametros ſex priorum annulorum, qua parte orbitæ ipſorum lucidiſſimæ eſſent: iſtarumque diametrorum quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum imparium, 1, 3, 5, 7, 9, 11. Quare, cum vitrorum illorum alterum planum eſſet, alterum ſphæricum; utique intervalla ipſorum, qua parte annuli iſti apparebant, in eadem fuerint progreſſione neceſſe eſt. Dimenſus ſum quoque diametros annulorum nigrorum ſive obſcurorum, coloribus illis lucidioribus interjectorum; earumque quadrata inveni in arithmetica eſſe progreſſione numerorum parium 2, 4, 6, 8, 10, 12. Quoniam autem res admodum difficilis eſt, multæque diligentiæ, hujuſmodi menſuras accurate & ſine errore colligere; cepi eaſdem iterum & ſæpius, & in diverſis partibus vitrorum; ut ex ſingularum reſponſu inter ſe, certum ſcirem omnium veritatem. Atque eadem methodo in aliis quibuſdam ex ſequentibus obſervationibus definiendis uſus ſum.

Digitized by Google

OBSERVATIO VI.

Diameter ſexti annuli, qua parte orbita ejus lucidiſſima fuit, erat $\frac{58}{100}$ partes unciæ; diameter autem ſphæræ, ad quam vitrum objectivum utrinque convexum tornatum fuerat, erat circiter 102 pedum: atque hinc quidem aeris ſive aereæ lamellæ vitris in eo annulo interjectæ craſſitudinem collegi. Verum poſtea aliquanto; ſuſpicatus, ne forte ſphæræ diametri menſuram haud ſatis accurate in hac obſervatione collegerim; nec ſatis certo ſciens, utrum vitrum plano-convexum vere planum eſſet, an e contrario concavum nonnihil aut convexum ea ſui facie quam ego planam exiſtimaveram; atque etiam metuens ne forte vitra compreſſerim, uti alias ſæpe quidem feceram, quo ea ſe inter ſe contingerent; (etenim iſtiuſmodi vitrorum partes mutuo compreſſu facile pandantur atque introrſum cedunt; eoque pacto annuli manifeſto evadunt latiores, quam ſi vitrorum figura non fuiſſet immutata:) Hæc inquam veritus, experimentum denuo iteravi; invenique diametrum ſexti annuli lucidi, eſſe circiter $\frac{55}{100}$ partes unciæ. Porro autem idem adhuc experimentum, in alio quoque vitro objectivo teleſcopii, quod tum forte apud me haberem, iteravi. Erat id vitrum utrinque itidem convexum, ad unam eandemque ſphæram utraque ſui facie tornatum; ejuſque focus erat intervallo unciarum $83\frac{2}{5}$: unde, poſitis finibus incidentiæ & refractionis luminis flavi clariſſimi, ea inter ſe proportione, quæ eſt 11 ad 17; diameter ſphæræ, ad quam vitrum tornatum erat, invenietur, poſito calculo, unciarum 182. Id vitrum plano ita ſuperpoſui, ut macula nigra in medio annulorum coloratorum appareret, tametſi vitra nulla alia preſſura, quam ſuo ipſius vitri ſuperimpoſiti pondere, compreſſa eſſent. Jamque diametrum quinti obſcuri annuli

annuli qua potui ſumma cum accuratione dimenſus, inveni eam eſſe $\frac{1}{5}$ unciæ accuratiſſime. Annulum iſtum dimenſus ſum circino, in ſuperiori facie vitri ſuperioris; diſtabatque a vitro illo ſuperiori oculus meus, intervallo circiter octo aut novem unciarum, ad perpendiculum fere interjecto; eratque id vitrum $\frac{1}{6}$ unciæ craſſum: unde facile colligitur, veram annuli inter vitra interjacentis diametrum, majorem fuiſſe quam diametrum ejuſdem in ſuperiori facie vitri ſuperioris dimenſam, ea, aut fere ea, proportione quæ eſt 80 ad 79; & conſequenter veram illam diametrum fuiſſe $\frac{16}{79}$ unciæ, veramque ſemidiametrum $\frac{8}{79}$ unciæ. Jam autem ut diameter ſphæræ, (182 unciæ) ad ſemidiametrum quinti illius annuli obſcuri, ($\frac{8}{79}$ partes unciæ;) ita hæc ſemidiameter, ad craſſitudinem aereæ lamellæ vitris in quinto illo annulo obſcuro interjectæ: quæ proinde craſſitudo, fit $\frac{32}{567931}$ ſive $\frac{100}{1774784}$ partes unciæ; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88739}$ pars unciæ, eſt craſſitudo aeris in primo horum annulorum obſcurorum.

Adhæc, idem experimentum rurſus iteravi, in alio vitro objectivo utrinque convexo, & utraque ſui facie ad unam eandemque ſphæram tornato. Focus ejus, erat intervallo unciarum 168 $\frac{1}{2}$; ac proinde diameter ſphæræ, 184 unciæ. Cum id vitrum, eidem, quo ante uſus eram, vitro plano ſuperpoſitum eſſet; diameter quinti annuli obſcuri, quando macula nigra in centro ſine ulla vitrorum compreſſione maniſeſto appareret, erat, circino ſuper vitro ſuperiori dimenſa, $\frac{121}{600}$ partes unciæ; & conſequenter eadem, inter vitra, erat $\frac{1222}{6000}$: Etenim vitrum ſuperius, erat $\frac{1}{8}$ unciæ craſſum; & oculus meus diſtabat ab eo, intervallo octo unciarum. Jam autem ut diameter ſphæræ, ad dimidium hujus diametri annuli; ita dimidium hujus diametri annuli

ad $\frac{9}{88850}$ partes unciæ. Ea igitur eſt craſſitudo aeris in hoc annulo; & quinta ejus pars, videlicet $\frac{1}{88850}$ pars unciæ, eſt (ut ſupra) craſſitudo aeris in primo annulorum obſcurorum.

Rem eandem expertus ſum, ſuperponendo eadem vitra objectiva planis fragmentis ſpeculorum; invenique eaſdem menſuras annulorum. Quocirca menſuras iſtas tanquam vere collectas ac certas aſſumam, donec in vitris ad ſphæras ampliores tornatis accuratius definiri queant. Quanquam in iſtiuſmodi quidem vitris, majori id erit cura atque diligentia agendum, ut vitrum vere atque accurate planum eis ſummittatur.

Has menſuras egi, cum oculus meus ſupra vitra ad perpendiculum fere collocatus eſſet; diſtaret autem a radiis incidentibus circiter unciam 1 aut $1\frac{1}{4}$, & a vitro uncias octo; adeo ut radii ad vitrum inclinati eſſent, in angulo circiter 4 graduum. Unde ex ſequenti obſervatione intelliges; ſi radii in vitra ad perpendiculum incidiſſent; utique aerem in iſtis annulis minus fuiſſe craſſum futurum, ea proportione, quæ eſt ſemidiametri ad ſecantem 4 graduum, hoc eſt, in proportione 10000 ad 10024. Diminuantur igitur in hac proportione craſſitudines antedictæ; & fient $\frac{1}{88952}$ ac $\frac{1}{89063}$ ſive (ut proximo numero rotundo utar) $\frac{1}{89000}$ pars unciæ. Hæc eſt craſſitudo aeris in primo annulo obſcuro radiis ad perpendiculum incidentibus exhibito, qua parte is annulus obſcuriſſimus eſt; & dimidium hujus craſſitudinis, ductum in numeros progreſſione arithmetica continuos 1, 3, 5, 7, 9, 11, *&c*, dat craſſitudines aeris in omnibus annulis lucidis, qua parte illi lucidiſſimi ſunt; videlicet $\frac{1}{178000}$,

$\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, &c. quorum quidem numerorum medii arithmetici, $\frac{2}{178000}$, $\frac{4}{178000}$, $\frac{6}{178000}$, &c. ſunt craſſitudines ipſius in omnibus annulis obſcuris, qua parte ii obſcuriſſimi ſunt.

OBSERVATIO VII.

Annuli tum minimi videbantur, cum oculus meus in axe annulorum ad perpendiculum ſupra vitra collocatus eſſet. Cum autem eos obliquius intuerer, majores erant facti; & dilatabant ſe perpetuo quaquaverſum, pro eo ut oculum meum longius ab axe removerem. Atque diametrum quidem unius ejuſdemque circuli; partim dimetiendo eam in diverſis oculi obliquitatibus, partim aliis quibuſdam rationibus, partim etiam adhibendo bina iterum priſmata ad menſuras in maximis obliquitatibus colligendas; diametrum, inquam, unius cujuſvis circuli, & conſequenter craſſitudinem aeris in circuitu ipſius, inveni, in diverſis illis obliquitatibus, proportiones ſibi habere in ſequenti tabula expreſſas, quam proxime.

Angulus incidentiæ in aerem.		*Angulus refractionis in aerem.*		*Diameter annuli.*	*Craſſitudo aeris.*
Grad.	Min.				
00	00	00	00	10	10
06	26	10	00	10$\frac{1}{13}$	10$\frac{2}{13}$
12	45	20	00	10$\frac{1}{3}$	10$\frac{2}{3}$
18	49	30	00	10$\frac{3}{4}$	11$\frac{1}{2}$
24	30	40	00	11$\frac{2}{5}$	13
29	37	50	00	12$\frac{1}{2}$	15$\frac{1}{2}$
33	58	60	00	14	20
35	47	65	00	15$\frac{1}{4}$	23$\frac{1}{4}$
37	19	70	00	16$\frac{4}{5}$	28$\frac{1}{4}$
38	33	75	00	19$\frac{1}{4}$	37
39	27	80	00	22$\frac{6}{7}$	52$\frac{1}{4}$
40	00	85	00	29	84$\frac{1}{10}$
40	11	90	00	35	122$\frac{1}{2}$

In duabus prioribus columnis, exhibentur incidentium & emergentium radiorum obliquitates ad lamellam aeream, hoc eſt, anguli ipſorum incidentiæ & refractionis. In tertia columna, diameter annuli cujuſvis colorati, in iſtis omnibus obliquitatibus, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum conſtituunt ejuſdem annuli diametrum, cum radii ad perpendiculum incidunt. Denique in quarta columna, craſſitudo aeris in circuitu ejuſdem annuli, exprimitur talibus partibus, quarum itidem decem tum conſtituunt craſſitudinem illius in ejuſdem circuitu, cum radii ad perpendiculum incidunt.

Atque ex hiſce quidem menſuris, videor mihi colligere hanc regulam: nempe, craſſitudinem aeris proportionalem eſſe ſecanti anguli, cujus ſinus ſit certa media proportiona-

tionalis inter ſinus incidentiæ & refractionis. Ea autem media proportionalis, quatenus quidem eam ex his menſuris definire potuerim, eſt prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter iſtos ſinus; incipiendo nimirum a ſinuum majori, hoc eſt, a ſinu refractionis, cum refractio fiat e vitro in lamellam aeream; a ſinu incidentiæ autem, cum refractio fiat e lamella aerea in vitrum.

Observatio VIII.

Macula nigra quoque in medio annulorum, augebatur obliquatione oculi; quanquam vix adeo, ut id ſenſu percipi poſſet. Verum ſi loco vitrorum objectivorum, adhiberentur priſmata; dilatabatur ea manifeſtius, cum adeo oblique inſpiceretur, ut nulli colores ei viderentur circumjecti. Minima tum erat, cum radii luminis in interjacentem aerem obliquiſſime inciderent; pro eo autem ut horum obliquitas minueretur, ita illa magis magiſque augebatur, uſque dum annuli colorati apparerent; tumque iterum minuebatur; verum non tantum, quantum ſe ante dilataverat. Atque hinc manifeſtum eſt, maculam illam pellucere, non modo qua parte vitra ſe inter ſe contingerent plane, verum etiam qua exiguo quodam intervallo diſtarent inter ſe. Nonnunquam maculam illam ita comparatam obſervavi, ut, cum fere ad perpendiculum inſpiceretur, ejus diameter major eſſet duabus quintis partibus & minor ſemiſſe diametri exterioris circuitus coloris rubri in prima ſerie ſive ordine colorum; cum autem oblique inſpiceretur, evanuerit penitus, & opaca atque alba ac reliquo vitro ſimilis facta fuerit. Unde colligi poteſt, vitra tum vix, aut ne vix quidem, ſe inter ſe contigiſſe; & intervallum ipſorum in circuitu maculæ illius ad perpendiculum inſpectæ, fuiſſe circiter quintam aut ſextam partem intervalli eorundem in circuitu coloris rubri antedicti.

Digitized by Google

Observatio IX.

Cum tranſpicerem bina contigua vitra objectiva, obſervabam interjacentem aerem exhibere annulos coloratos, lumine tranſmiſſo, æque ac reflexo. Macula in centro jam alba erat; & colores ordine inde numerati, erant ruber flaveſcens; niger; violaceus, cæruleus, albus, flavus, ruber, violaceus, cæruleus, viridis, flavus, ruber, &c. Verum colores iſti valde languidi erant ac diluti, niſi cum lumen valde oblique per vitra trajiceretur; etenim eo pacto, ſatis clari ac floridi videbantur: attamen primus ille ruber flaveſcens, etiam adhuc, ſicuti cæruleus in quarta obſervatione, adeo exiguus erat atque evanidus, ut vix diſcerni potuerit. Quum annulos hoſce coloratos, luminis tranſmiſſu exhibitos, cum illis reflexione exhibitis compararem; obſervabam album ex oppoſito reſpondere nigro, rubrum cæruleo, flavum violaceo, & viridem colori compoſito ex rubro & violaceo: hoc eſt, partes vitri eas, quæ inſpicienti albæ viderentur, tranſpicienti videri nigras; & contra. Similiter, quæ partes inſpicienti cæruleæ viderentur, eas tranſpicienti videri rubras; & contra: & ſimiliter reliquos omnes colores. Hoc qui fiat, expreſſum TAB. I. habes in tertio ſchemate; ubi A B, C D, ſunt ſuperficies vitrorum contiguorum in E; lineæ autem nigræ interductæ, ſunt ſuperficierum iſtarum intervalla in progreſſione arithmetica: & colores ſupra adſcripti, ii ſunt qui lumine reflexo videntur; colores autem infra adſcripti, ii qui lumine tranſmiſſo.

Observatio X.

Cum vitra objectiva ab extremis ſuis marginibus madefeciſſem nonnihil, aqua lente inter ea porro ſubrepſit; eoque

Digitized by Google

que pacto circuli minores ſunt facti: coloreſque languidiores: adeo ut, dum aqua ultro adrepebat, circuli dimidii, quo illa primum pervenit, abrupti ab alteris ſuis dimidiis viderentur, & in parvitatem contracti. Circulos hoſce minores in aqua exhibitos dimenſus, inveni diametros ipſorum ad diametros ſimilium circulorum in lamella aerea exhibitorum, eam fere habere proportionem, quam habent ſeptem ad octo; & conſequenter intervalla vitrorum in conſimilibus circulis aqua & aere exhibitis, eſſe inter ſe circiter ut 3 ad 4. Utique fieri poteſt, ut univerſalis ſit regula iſta: Siquod medium magis minuſve denſum quam aqua, inter duo vitra comprimatur; fore ut intervalla vitrorum in annulis iſto medio interjacente exhibitis, ſint ad intervalla eorundem in conſimilibus annulis interjacente aere exhibitis, ut ſunt inter ſe ſinus qui metiuntur refractionem quæ fiat ex iſto medio in aerem.

Observatio XI.

Cum aquæ lamella inter vitra interjaceret; ſi vitrum ſuperius varie in margine ſuo apprimerem, quo annuli ultro citroque celeriter deferrentur; ſequebatur continuo centrum ipſorum exigua quædam macula alba, quæ, prout aqua circumjecta in locum illum adrepebat, illico evaneſcebat. Specie videbatur tali, atque etiam coloribus talibus, quales aer ibidem inter vitra interjectus, exhibiturus fuiſſet. Atqui ea non erat aer: etenim bullulæ aereæ, ſiquæ forte in aqua ineſſent, non continuo, adrepente aqua, evaneſcebant. Proinde reflexio illa, ex ſubtiliori aliquo medio, quod trans vitrum recedendo aquæ adrepenti locum cedere potuerit, orta ſit neceſſe eſt.

Observatio XII.

Hæ mihi obſervationes factæ ſunt in aperta luce. Verum, quo adhuc penitius hanc materiam ſpecularer, perſcrutando deinceps quinam eſſent futuri effectus luminis colorati in hæcce vitra objectiva incidentis; cubiculo tenebras induxi. Et inſpexi eadem vitra illuminata jam reflexu colorum priſmaticorum chartæ albæ plagula exceptorum; oculo nimirum ita collocato, ut chartam coloratam in vitris illis, tanquam in ſpeculo, poſſem reflexione conſpicari. Eventus autem experimenti is erat ut annuli jam multo diſtinctiores facti eſſent; & longe etiam majori numero ſub aſpectum venirent, quam in aperta luce. Vidi aliquando hoc pacto amplius viginti; cum in aperta luce diurna, haud amplius octo aut novem diſcernere potuerim.

Observatio XIII.

Cum quendam mihi tum forte adſiſtentem, priſma hac illac circa axem ſuum convertere juſſiſſem; quo colores omnes ſua quiſque vice in eam partem chartæ inciderent, quam ego in ea parte vitrorum, ubi circuli apparebant, reflexione conſpicarer; ut adeo colores omnes ſua quiſque vice ex circulis iſtis reflecterentur ad oculum meum immotum interea permanentem: obſervavi circulos quos exhibebat lumen rubrum, manifeſto majores eſſe quam quos exhiberet lumen cæruleum ac violaceum: magnaque voluptate perfuſus, videbam eos dilatare aut contrahere ſe gradatim, pro eo ac color luminis immutabatur. Vitrorum intervallum in quovis annulorum luce rubra extrema exhibitorum, ad intervallum ipſorum in eodem annulo luce violacea extrema exhibito, proportionem habebat majorem, quam habent 3 ad 2; & minorem, quam habent 13 ad 8; ſecundum pleraſque autem obſervationum mearum, eam, quam habent 14 ad 9. Atque hæc quidem pro-

proportio una eademque ferme, in omnibus oculi obliquitatibus, videbatur; niſi quum, loco vitrorum objectivorum, bina iterum priſmata adhiberem. Tum enim, in magna quadam oculi obliquitate, annuli diverſis coloribus exhibiti æquales videbantur inter ſe; &, in obliquitate adhuc majori, annuli violaceo lumine exhibiti majores videbantur, quam iidem lumine rubro exhibiti: refractione priſmatis videlicet, hoc in caſu, efficiente ut radii maxime refrangibiles inciderent obliquius in lamellam aeream, quam radii minime refrangibiles. Hic erat exitus hujus experimenti in lumine colorato, quod quidem ſatis forte & copioſum eſſet quo annuli ſub aſpectum venirent. Atque hinc porro inferri poteſt; ſi radii maxime minimeque refrangibiles ſatis copioſi ipſi fuiſſent, quo annuli ſine ulla aliorum radiorum admixtione ſub aſpectum venire potuiſſent; proportionem, quæ jam erat 14 ad 9, paulo majorem futuram fuiſſe, puta $14\frac{1}{4}$ vel $14\frac{1}{3}$ ad 9.

OBSERVATIO XIV.

Dum priſma motu æquabili circa axem ſuum convertebatur, quo colores omnes ſua quiſque vice inciderent in vitra objectiva, eoque pacto efficerent ut annuli ſeſe contraherent atque dilatarent; contractio vel dilatatio cujuſque annuli, quæ conſequebatur hoc modo coloris ſui variationem, celerrima erat in colore rubro, in violaceo lentiſſima, & in intermediis coloribus celeritate intermedia comparate. Porro, cum id perſcrutarer, quanta eſſet contractio illa ac dilatatio in omnibus gradibus uniuſcujuſque coloris; inveni maximam eam eſſe in colore rubro, in flavo minorem, in cæruleo adhuc minorem, & in violaceo omnium minimam. Utque harum contractionum ac dilatationum proportiones quam poſſem accuratiſſime æſtimarem; obſervabam totam contractionem aut dilatationem diametri cujuſvis annuli in univerſis gradibus coloris rubri, eſſe ad totam contra-

Digitized by Google

ctionem aut dilatationem diametri ejuſdem annuli in univerſis gradibus coloris violacei, circiter ut 4 ad 3, aut 5 ad 4; & quum lumen eſſet coloris medii inter flavum & viridem, tum diametrum annuli eſſe quamproxime mediam arithmeticam inter maximam diametrum ejuſdem annuli in colore rubro extremo, & minimam diametrum ejuſdem in extremo colore violaceo; contra, quam evenit in coloribus oblongæ imaginis refractione priſmatis exhibitæ; ubi color ruber maxime contractus eſt, violaceus maxime expanſus, & in medio colorum omnium eſt confinium viridis ac cærulei. Atque hinc id porro videor mihi colligere: craſſitudines aeris inter vitra objectiva interjacentis eo in loco, ubi annulum exhibent ſua quiſque vice limites colorum quinque præcipuorum, rubri, flavi, viridis, cærulei & violacei, (hoc eſt, limes extremus coloris rubri, confinium rubri & flavi in medio coloris aurei, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & violacei in medio coloris indici, & limes extremus coloris violacei;) eas, inquam, aeris craſſitudines, eſſe inter ſe quamproxime ut ſex chordæ longitudines, quæ ſonent notas illas muſicas in ſexta majori, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*, *la*. Verum cum experimento conveniet aliquanto melius, ſi dicemus, craſſitudines aeris inter vitra interjacentis eo in loco, ubi annulos exhibent ſua quiſque vice limites colorum ſeptem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei; eas, inquam, aeris craſſitudines, eſſe inter ſe ut radices cubicæ quadratorum octo longitudinum chordæ, quæ ſonent notas illas muſicas in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, ut radices cubicæ quadratorum, numerorum 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$.

OBSERVATIO XV.

Hi annuli non fuerunt variis coloribus, ſicuti illi qui in aperta luce apparuerant; ſed toti videbantur eo uno colore qui

qui eſſet in ſe a priſmate projectus. Præterea, projiciendo colores priſmate exhibitos in ipſa vitra objectiva directo, comperi id lumen, quod incideret in nigra annulorum coloratorum interordinia, tranſmitti utique per vitra ſine ulla coloris ſui mutatione. Etenim ſuper chartam albam ultra collocatam, depingebat id lumen annulos, eodem colore atque eos qui reflexi eſſent, magnitudine autem eadem atque intervalla reflexorum annulorum comparate. Atque hinc manifeſto apparet, quæ ſit horum omnium annulorum cauſa atque origo: nempe, aerem inter vitra interjacentem, pro eo quanta ſit craſſitudine, ita eſſe comparatum, ut lumen unius cujuſvis coloris aliis in locis reflectat, in aliis tranſmittat, (quomodo rem in quarto ſchemate delineatam videre eſt;) itemque eodem in loco lumen uno colore reflectat, ubi id quod alio ſit colore tranſmittat. TAB. I.

OBSERVATIO XVI.

Quadrata diametrorum annulorum iſtorum uno quovis colore priſmatico exhibitorum, erant in progreſſione arithmetica; ſicuti in quinta obſervatione. Et diameter ſexti circuli, cum is colore flavo citrino exhiberetur, & fere ad perpendiculum inſpiceretur, erat circiter $\frac{58}{100}$ partes unciæ, aut paulo minor eo; congruenter ſextæ obſervationi.

Hactenus expoſui quæ obſervaverim in tenui lamella rarioris medii denſiore terminati; qualis eſt aer, vel aqua, inter bina vitra compreſſus. Supereſt ut deinceps exponam quæ obſervaverim in tenuibus lamellis denſioris medii rariore terminati; quales ſunt laminæ lapidis ſpecularis fiſſilis e Muſcovia advecti; bullulæ aquæ, & alia ſimilia corpora tenuia aere undique terminata.

Digitized by Google

Observatio XVII.

Si aqua ſapone ad lentorem nonnihil incraſſata, in bullam tenſa ſit inflando; notum eſt in vulgus, eam poſt parvum temporis ſpatium magna colorum varietate apparituram. Quominus autem ejuſmodi bullæ, aere externo agitarentur; (qua quidem agitatione colores ipſarum confuſius inter ſe & inordinati huc illuc deferuntur, adeo ut nequaquam accurate obſervari queant;) bullam, ſimul ac ad juſtam magnitudinem tenſa eſſet inflando, ſolebam ſcypho vitreo pellucido deſuper impoſito circumtegere: quo pacto colores ipſius, ordine admodum diſcreto emergebant; cingentes, tanquam totidem annuli concentrici, bullæ ſummitatem. Qui quidem annuli, pro eo ut aqua bullam perpetuo tenuabat ſubſidendo, dilatabant ſe paulatim, & diffundebant ſeſe per totam bullam; deſcendentes ſerie continua a ſummo uſque ad imum, ibique demum ordine evaneſcentes. Interea autem, poſtquam colores omnes in ſumma bulla emerſerant, naſcebatur in centro annulorum parva rotunda macula nigra, ſimilis atque illa in prima obſervatione; quæ porro dilatabat ſe perpetuo, uſque eo ut nonnunquam amplius $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ unciæ in latitudinem haberet, antequam bulla diſrumperetur. Exiſtimaveram primo aſpectu, nullum omnino lumen ab aqua inde loci reflexum fuiſſe: verum poſtea attentius maculam illam inſpiciens, diſcernebam in ea plures minores maculas rotundas, quæ multo adhuc quam ipſa nigriores videbantur & tenebroſiores. Unde intellexi, eſſe utique aliquam reflexionem illis in locis, quæ minus, quam iſtæ maculæ exiguæ, tenebroſa eſſent: atque equidem, experimentum adhuc ulterius proſequendo, comperi imagines rerum aliquarum, ut candelæ aut Solis, non modo in majori macula nigra, verum etiam in illis ipſis minoribus ac tenebroſioribus maculis in majori illa incluſis inſpectas, reflexione, quamvis languida admodum, tamen cerni poſſe.

Præ-

Digitized by Google

Præter antedictos annulos coloratos, apparebant etiam ſæpe parvæ aliquæ maculæ coloratæ, ſurſum deorſum, ultro citroque commeantes in lateribus bullæ; quæ ſcilicet orirentur ex inæquali quadam craſſitudine aquæ inter ſubſidendum. Nonnunquam & nigræ quoque maculæ in bullæ lateribus generatæ, aſcendebant paulatim; tandemque in majorem illam maculam nigram, quæ eſſet in bullæ vertice, coibant.

OBSERVATIO XVIII.

Quoniam colores harum bullarum largiores clarioreſque erant, adeoque diſcretu etiam faciliores, quam colores lamellæ aereæ inter bina vitra interjectæ; viſum eſt mihi hoc in loco diſtinctius exponere, quonam ordine hi colores apparuerint & contemplandos ſe exhibuerint, quum reflexione cœli ſubalbidioris inſpicerentur, corpore aliquo nigro interea ultra bullam a parte poſteriori collocato. Erat autem is ordo hujuſmodi: Color ruber, cæruleus; ruber, cæruleus, ruber, cæruleus; ruber, viridis; ruber, flavus, viridis, cæruleus, purpureus; ruber, flavus, viridis, cæruleus, violaceus; ruber, flavus; albus, cæruleus, niger.

Tres priores ſeries colorum rubri & cærulei, valde dilutæ erant ac nubilæ; prima præſertim, in qua ruber videbatur quodammodo ſubalbidus. Et in his quidem ſeriebus vix alius ullus erat color, qui ſenſu percipi poſſet, præter rubrum & cæruleum; niſi quod cæruleus, (præcipue in ſecunda ſerie,) accedebat nonnihil ad viridem.

In quarta quoque ſerie, color ruber dilutus erat ac nubilus; ſed non tantum, quantum in tribus prioribus. Huic ſucceſſit flavi quidem parum aut nihil, ſed viridis ſatis copioſus; qui porro flaveſcebat paululum initio, poſtea autem factus eſt viridis ſaligneus clarus & bonus, & deinde convertebat ſe in colorem ſubcæruleum; ei autem ſucceſſit neque cæruleus, neque violaceus.

In quinta ſerie, color ruber primum purpuraſcebat valde; poſtea

poſtea autem factus eſt clarior & floridior, nec tamen admodum purus. Huic ſucceſſit flavus, clarus admodum ac ſaturatus; ſed perexiguus, & qui illico mutabatur in viridem: at viridis iſte copioſus erat; atque etiam purior aliquanto, ſaturatior, & floridior, quam viridis in priori ſerie. Eum conſecutus eſt color cyaneus clariſſimus atque optimus; deinde purpureus, qui & minor erat cyaneo, & ad rubrum multum acceſſit.

In ſexta ſerie color ruber, coccineus erat; primo clarus admodum ac floridus, poſtea autem etiam adhuc clarior; utique purus & excitatus valde, & colorum omnium rubrorum optimus. Huic ſucceſſit color aureus floridus; deinde flavus clarus, largus, ac ſatur; qui erat itidem colorum omnium flavorum optimus; iſque ſe convertebat primo in flavum ſubviridem, deinde in cæruleum ſubviridem: at viridis iſte, qui inter flavum & cæruleum intervenit, exiguus erat admodum ac dilutus; adeo ut albus viridicatus, potius quam color vere viridis, videretur. Cæruleus, qui proxime ſucceſſit, valde erat bonus; utique color cyaneus admodum clarus; aliquanto tamen infra cæruleum in præcedenti ſerie. Violaceus porro, ſatur erat ac plenus; haud fere ullo admixto ſibi rubore: quantitate autem minor erat, quam cæruleus.

In ultima ſerie color ruber, coccineus erat in violaceum deſinens; brevi autem factus eſt color clarior, ad aureum accedens. Cui ſuccedens flavus, initio quidem ſatis bonus erat & floridus; poſtea autem dilutior evaſit, donec gradatim in ipſam tandem albitudinem deſineret. Atque hæc quidem albitudo, ſiquando aqua valde tenax eſſet facta & bene temperata, dilatabat paulatim & diffundebat ſe per maximam partem bullæ; palleſcens interim a vertice magis magiſque, donec tandem ibi permultas quaſi fiſſuras ageret; quæ porro fiſſuræ, prout amplius dilatabantur, colore cyaneo videbantur ſatis quidem bono, obſcuro tamen & fuſco; albitudine interea inter maculas cæruleas aſſiduo minuente: donec filis irregularis cujuſdam operis reticulati ſimilis eſſet facta,

facta, tandemque plane evaneſceret; tumque ſuperior bullæ pars omnis, obſcuriori illo colore cyaneo antedicto tincta videbatur. Atque hic deinceps color, ſimiliter ac antecedens albitudo, dilatabat ſe quoquoverſus deorſum, donec ſe per totam nonnunquam bullam diffuderit. Interea autem a vertice bullæ, qui colore cyaneo magis obſcuro erat quam partes ejuſdem inferiores, quique etiam multis rotundis maculis cyaneis adhuc magis obſcuris interſtinctus videbatur; emergebat una pluresve maculæ valde nigræ, atque intra eas aliæ adhuc nigriores, quas in ſuperiori ante obſervatione memoravi. Atque quidem dilatabant ſe perpetuo, uſque dum bulla diſrumperetur.

Si aqua non valde tenax eſſet, maculæ nigræ intra albitudinem prorumpebant, ſine ullo coloris cærulei interventu, qui quidem ſenſu percipi poſſet. Nonnunquam etiam prorumpebant intra præcedentem flavum, aut rubrum; vel etiam intra cæruleum ſecundi ordinis; antequam colores intermedii ſeſe explicandi ſpatium haberent.

Ex hac deſcriptione intelligere poteris, quam valde affines ſint hi colores coloribus illis in lamella aerea generatis, quos in quarta ſupra obſervatione deſcripſimus. Quanquam hi quidem contrario, atque illi, ordine diſpoſiti ſunt; propterea quod apparere tum incipiunt quando bulla craſſior eſt, & convenientius numerantur ab infima & craſſiori parte bullæ ſurſum verſus.

OBSERVATIO XIX.

Cum annulos colorum a vertice bullæ emergentes, in variis obliquis oculi poſitionibus intuerer; obſervabam eos, prout obliquitas illa oculi augeretur, dilatare ſe ſatis quidem maniſeſto; at multo tamen minus, quam dilataverant ſe annuli in lamella aerea in ſeptima ſupra obſervatione memorati. Etenim illi ſe dilataverant eouſque, ut quando obliquiſſime inſpicerentur, pertigerint ad locum in lamella aerea amplius

duodecim partibus craſſiorem quam eum, ubi cum ad perpendiculum inſpecti eſſent; ſiti fuiſſent viſi: at hi quidem, cum obliquiſſime in bulla inſpicerentur, eo ſolum loci pertigerunt, ubi craſſitudo aquæ ad craſſitudinem ſuam illic, ubi iidem annuli ad perpendiculum eſſent viſi, proportionem paulo minorem haberet, quam habent 8 ad 5. Utique ea proportio, ex optimis obſervationum mearum, erat inter 15 & 15 $\frac{1}{2}$ ad 10. Qui quidem horum annulorum auctus, circiter 24 partibus minor eſt, quam annulorum in lamella aerea viſorum.

Nonnunquam bulla unius & ejuſdem uſquequaque craſſitudinis erat facta, niſi a vertice ſuo prope maculam nigram: id quod ex eo intellexi, quod illa unam eandemque totam colorum ſuorum ſpeciem oculo in omni poſitione exhiberet. Atque hoc quidem in caſu colores, qui in extremo ipſius circuitu per radios maxime obliquos videbantur, alii erant ac qui aliis in locis per radios minus obliquos eſſent viſi. Item una eademque bullæ pars, diverſis ſpectatoribus colores diverſos exhibebat; cum in diverſis obliquitatibus inſpiceretur. Jam autem, obſervando quantum colores, vel in eiſdem partibus bullæ, vel in diverſis partibus eadem craſſitudine, mutarentur per varias radiorum obliquitates: comperi, ope obſervationum $4^{tæ}$, $14^{tæ}$, $16^{tæ}$, & $18^{væ}$, (quomodo eæ infra erunt explicatæ;) craſſitudinem aquæ, qua unus idemque color in diverſis obliquitatibus exhibeatur, ea quamproxime proportione eſſe, quam in ſequenti tabula expreſſam habes.

Incidentia

Digitized by Google

Incidentia in aquam.		*Refractio in aquam.*		*Craſſitudo aquæ.*
Grad.	Min.	Grad.	Min.	
00	00	00	00	10
15	00	11	11	$10\frac{1}{4}$
30	00	22	1	$10\frac{4}{5}$
45	00	32	2	$11\frac{4}{5}$
60	00	40	30	13
75	00	46	25	$14\frac{1}{2}$
90	00	48	35	$15\frac{1}{5}$

In duabus prioribus columnis exhibentur obliquitates radiorum ad ſuperficiem aquæ; hoc eſt, anguli ipſorum incidentiæ & refractionis. Ubi pono ſinus qui metiuntur iſtam incidentiam & refractionem, eſſe in numeris integris ut 3 ad 4; quanquam veri quidem ſimile eſt, vim refringentem aquæ, poſſe admixto ſapone eſſe nonnihil immutatam. In tertia columna, bullæ craſſitudo, qua quivis unus color in diverſis illis obliquitatibus exhibeatur, exprimitur talibus partibus, quarum decem tum conſtituant craſſitudinem iſti colori exhibendo aptam, cum radii incidant ad perpendiculum. Et cum hiſce menſuris bene convenit, ſiquidem recte applicetur, regula per ſeptimam obſervationem inventa; nempe, craſſitudinem lamellæ aquæ, qua unus idemque color in diverſis oculi obliquitatibus exhibeatur, proportionalem eſſe ſecanti anguli cujusdam, cujus ſinus ſit prima ex 106 arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis; incipiendo a ſinuum minori, hoc eſt, a ſinu refractionis, quando refractio fit ex aere in aquam; alioquin, a ſinu incidentiæ.

Obſervavi aliquando, colores, qui oriuntur in chalybe polito, cum is calefiat; vel in ære campano, aliiſve metallis, cum liquefiant & in terram effuſa ſint, ut in aperto aere refrigeſcant; mutatos fuiſſe nonnihil, ſicuti colores bullarum aquæ, quum in diverſis obliquitatibus inſpicerentur: & ſpeciatim cæruleum ſaturum, ſeu violaceum, cum valde ex obliquo inſpectus eſſet, convertiſſe ſe in colorem rubrum ſaturum. Verum enimvero horum colorum mutationes, multo ſunt minores quam colorum aqua exhibitorum. Etenim ſcoria, ſive pars metalli vitrificata, quam pleraque metalla calefacta vel liquefacta protrudunt perpetuo & in ſuperficiem ſuam emittunt; quæque metallum in modum tenuis cuticulæ vitreæ obtegendo, colores hoſce efficit; multo utique denſior eſt, quam aqua. Invenio autem colorum mutationem eam, quæ fiat obliquatione oculi, in omni tenui corpore, ut cujuſque materia denſiſſima eſt, ita minimam eſſe.

OBSERVATIO XX.

Quemadmodum in nona obſervatione lamella aerea, ita hic bulla aquæ; quem colorem reflexione luminis exhiberet, ejus ſemper contrarium exhibebat, luminis tranſmiſſu. Exempli gratia: Quum bulla inſpecta, luminis nubium reflexu, rubra ab extremo ſui circuitu videretur; nubes eodem tempore, vel ſtatim poſt, per bullam tranſpectæ, colorem cæruleum in eodem ejus circuitu exhibebant. Et e contrario; quum bulla reflexo lumine cærulea videretur, videbatur rubra tranſmiſſo.

OBSERVATIO XXI.

Cum lapidis ſpecularis lamellas pertenues, quarum ſcilicet tenuitas tanta erat ut eæ colores ſimiles ac bulla aquæ exhiberent, madefeciſſem; colores ipſarum debiliores conti-

Digitized by Google

continuo languidioreſque evadebant; maxime ſi lamellas ea ſui facie, quæ eſſet averſa ab oculo, madefacerem. At qui gradus ſolummodo, non utique genus colorum, quod quidem ego diſcernere potuerim, immutabatur. Itaque id, qua craſſitudine ad certum quemvis colorem producendum debeat eſſe lamella, ſolummodo ex ſua lamellæ ipſius denſitate, non item ex denſitate medii circumjacentis, pendet. Atque hinc, ope obſervationum decimæ ac decimæ ſextæ, inveniri poterit quanta craſſitudine ſint bullæ aquæ, vel lamellæ lapidis ſpecularis, vel alia quævis corpora, ea ſui parte, qua certum quemvis colorem exhibent.

Observatio XXII.

Tenue corpus pellucidum, quod ſit denſius medio ſibi circumjecto, colores clariores floridioreſque exhibet, quam id quod medio ſibi circumjecto fuerit ſimili proportione rarius. Id quod in aere & vitro ſpeciatim obſervavi. Etenim cum vitrum in lychno fornaceo fuſum ad ſummam uſque tenuitatem inflando tetendiſſem, lamellæ illæ vitreæ aere circundatæ exhibebant colores multo utique floridiores, quam quos lamellæ aereæ binis vitris interjectæ exhibuerant.

Observatio XXIII.

Cum in id inquirerem, quantum luminis ex ſingulis annulis reflecteretur; obſervabam reflecti id copioſiſſime ex annulis primis ſive intimis, in exterioribus autem gradatim minui. Item albitudinem primi annuli clariorem eſſe, quam earum medii tenuioris aut lamellæ partium, quæ extra ultimos annulos jacerent. Id quod manifeſto cernere poteram, inſpiciendo, paulo majori interjecto intervallo, annulos inter bina vi-

tra objectiva exhibitos; vel conferendo inter ſe duas aquæ bullas interpoſito tali temporis ſpatio conflatas, ut ſimul in altera earum conſpiceretur, albor iſte qui colores omnes ſequeretur, in altera iſte qui omnes præcederet.

Observatio XXIV.

Cum vitrorum objectivorum alterum alteri ſuperpoſitum eſſet, ita ut annuli colorum apparerent; quamvis nudo oculo non amplius octo aut novem annulorum iſtorum diſcernere potuerim, tamen per priſma inſpicienti longe major eorum numerus mihi viſus fuit; adeo ut jam amplius quadraginta numerare potuerim, præter alios permultos adeo exiguos atque denſatos, ut oculorum acies eos diſtincte cernere ac numerare haud potuerit; verum ex ſpatio quod omnes ſimul occupabant, eos nonnunquam plus centum eſſe æſtimavi. Atque equidem credo, experimentum hocce proſequendo, longe adhuc plures poſſe aliquando diſcerni. Videntur enim reapſe eſſe innumeri, quamvis eatenus tantum ſub aſpectum veniant, quatenus priſmatis refractione ſeparari queant; uti infra uberius explicabitur.

Verum enimvero ea priſmatis refractione, una tantum horum annulorum pars, illa videlicet verſus quam refractio ea fieret, diſtinctior erat facta. Utique altera eorum pars confuſior erat facta, quam quum nudo oculo inſpicerentur; adeo ut iſta in parte, haud amplius unum aut duos & interdum nullos diſcernere potuerim annulorum illorum, quorum octo aut novem ipſos etiam nudo oculo diſcernere potueram. Item ſegmenta eorum ſive arcus, illa ipſa in parte ubi adeo numeroſi videbantur, plerunque haud excedebant magnitudine tertiam partem circuli. Porro, ſi refractio valde eſſet magna, vel priſma a vitris objectivis longius remotum; jam vero etiam horum ipſorum arcuum partes

tes

tes mediæ, erant itidem factæ confuſæ; adeo ut iſtæ mediæ ipſorum partes evanuerint, in albitudinem plane abeuntes; interea dum extremitates ipſorum utræque, itemque arcus ii, qui longius abeſſent a centro, toti, diſtinctiores quam antea apparerent; ea nimirum ſpecie, quam in quinto ſchemate expreſſam vides.

Arcus hi, quo in loco diſtinctiſſimi videbantur, erant ſolummodo albi & nigri alternis, ſine ullo alio colore intermixto. Verum aliis in locis apparebant colores: quorum utique ordo refractione priſmatis ita erat inverſus, ut ſi priſma primo proxime vitra objectiva manu tenerem, deinde autem id paulatim ad oculum verſus retraherem; colores ſecundi, tertii, quarti, & ſequentium annulorum, contraherent ſe proinde gradatim ad albitudinem inter annulos emergentem, uſquedum in eam abeuntes penitus evaneſcerent a media quidem parte arcuum; & deinceps, ordine contrario, iterum inde emergerent: at ab extremitatibus arcuum, colores ordinem ſuum ſervabant nihil immutatum. TAB. II.

Nonnunquam vitrorum objectivorum alterum alteri ita ſuperpoſui, ut ea nudo oculo conſimilem uſquequaque exhibuerint albitudinem, ſine ullo vel minimo annulorum coloratorum indicio; & tamen in eiſdem per priſma inſpectis, ingens annulorum iſtorum viſa fuerit multitudo. Similiter, laminæ lapidis ſpecularis, & bullæ vitreæ in lychno fornaceo conflatæ, quæ minus tenues fuerunt quam ut in eis ulli colores nudo oculo cerni poſſent; tamen per priſma inſpectæ, ingentem exhibuerunt colorum hic illic ſine ullo ordine undatim diſpoſitorum varietatem. Denique, ſimili quoque ratione, bullæ aquæ, antequam nudo ſpectatoris oculo colores exhibere cœperint; per priſma tamen inſpectæ, annulis permultis & ſibi invicem & horizonti parallelis cinctæ fuerunt viſæ. Ad quem quidem effectum obtinendum, oportuit utique ut & priſma horizonti parallelum,

Digitized by Google

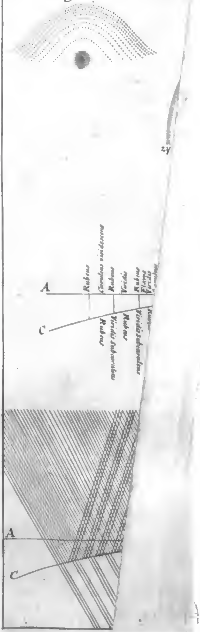
lum, vel prope parallelum, teneretur; & ita inſuper eſſet poſitum, ut radiorum refractio fieret ſurſum verſus.

OPTI-

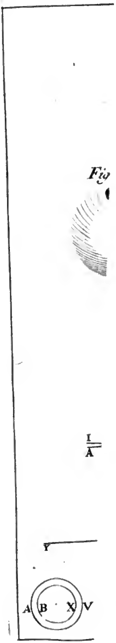
Digitized by Google

Digitized by Google

Fig: 1.


A
C
Rubeus
Cæruleus viridescens
Rubeus
Viridis
Rubeus
Rubeus
Viridis subcæruleus
Rubeus
Viridis subcæruleus
A
C

Digitized by Google



Digitized by Google

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS II.

Conſiderationes ſuper præmiſſis obſervationibus.

EXpoſitis quæ de coloribus hiſce obſervaverim; conveniens erit, antequam obſervationes iſtas ad colorum corporum naturalium cauſas explicandas accommodem, ipſarum obſervationum eas, quæ ſint magis compoſitæ, per ſimpliciores, quales ſunt 2da, 3^{tia}, 4ta, 9na, 12ma, 18va, 20ma, & 24ta, prius explanare. Primo igitur, ut inveniatur quomodo colores in 4ta & 18va obſervationibus producti fuerint; ſumantur in quavis linea recta a puncto Y [*Fig. 6.*] TAB. II.

Digitized by Google

longitudines Y A, Y B, Y C, Y D, Y E, Y F, Y G, Y H, ea proportione inter ſe, quam habent inter ſe radices cubicæ quadratorum numerorum illorum, $\frac{1}{2}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{8}{9}$, 1, quibus repræſentantur chordæ longitudines quæ ſonent notas omnes muſicas in octava; hoc eſt, ſumantur in proportione numerorum, 6300, 6814, 7114, 7631, 8255, 8855, 9243, 10000. Tum in punctis A, B, C, D, E, F, G, H, erigantur perpendiculares A α, B β, &c. quorum intervallis repræſentanda ſit colorum infra ex oppoſito adſcriptorum amplitudo. Denique divide lineam A α ea proportione, quam denotant numeri 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, *&c.* in punctis diviſionis adſcripti; perque iſta puncta diviſionis, duc a puncto Y lineas 1 I, 2 K, 3 L, 5 M, 6 N, 7 O, &c.

Jam ſi finges A 2 repræſentare craſſitudinem tenuis cujuſvis corporis pellucidi eam, qua color violaceus extremus copioſiſſime reflectitur in primo annulo ſive ſerie colorum; H K, ex 13^tia^ obſervatione, repræſentabit ejuſdem craſſitudinem eam, qua color ruber extremus copioſiſſime reflectitur in eadem ſerie. Item, ex obſervationibus 5ta & 16ta, A 6 & H N denotabunt craſſitudines eas, quibus iidem colores extremi copioſiſſime reflectuntur in ſecunda ſerie; & A 10 ac H Q, craſſitudines eas, quibus iidem copioſiſſime reflectuntur in tertia ſerie; & ſic deinceps. Denique craſſitudinem qua quivis colorum intermediorum copioſiſſime reflectitur, definiet, ex obſervatione 14ta, diſtantia lineæ A H a linearum 2 K, 6 N, 10 Q, &c., partibus intermediis; quibus videlicet nomina colorum iſtorum comparate, infra ſunt ex oppoſito adſcripta.

Porro autem, ut latitudinem quoque horum colorum in unoquoque annulo ſive ſerie definiamus; repræſentet A 1 craſſitudinem minimam, & A 3 maximam, qua color violaceus extremus in prima ſerie reflectitur; item repræſentent H I & H L, ſimiles terminos coloris rubri extremi; & colorum intermediorum terminos repræſentent ſimiliter

liter partes linearum 1 I & 3 L intermediæ, quibus videlicet nomina colorum iſtorum infra ſunt ex oppoſito adſcripta: & ſic deinceps. Veruntamen hæc ita intelligi oportebit, ut reflexiones ſemper fortiſſimæ eſſe ponantur in ſpatiis mediis 2 K, 6 N, 10 Q, &c.; indeque gradatim ad limites iſtos 1 I, 3 L, 5 M, 7 O, &c., utroque verſus decreſcere: in quibus porro limitibus non exiſtimandum eſt eas diſtinctis eſſe terminis definitas, ſed deficere indefinite. Cumque unam eandemque latitudinem unicuique ſeriei tribuerim; id eo factum intelligi velim, quia tametſi colores in prima ſerie, propter fortiorem eo in loco reflexionem, paulo latiores quam cæteri videantur, tamen ea inæqualitas adeo parva eſt adeoque ſub ſenſum vix cadit, ut obſervationibus haud fere poſſit determinari.

Jam, ex hac deſcriptione; ſi concipies radios, quibus diverſi congeniti ſint colores, vicibus alternis reflecti in ſpatiis 1 I L 3, 5 M O 7, 9 P R 11, &c.; & tranſmitti in ſpatiis A H I 1, 3 L M 5, 7 O P 9, &c.; facile intelligere poteris, quemnam colorem, data quavis corporis tenuis pellucidi craſſitudine, corpus id in aperto aere exhibere debeat. Etenim ſi norma applicetur parallela ad A H, eo intervallo interjecto, quo repræſentetur corporis pellucidi craſſitudo; utique ſpatia alterna 1 I L 3, 5 M O 7, &c., quæ illa ſecabit tranſverſa, deſignabunt colores ſimplices reflexos, ex quibus color, quem ea corporis craſſitudo exhibitura ſit in aperto aere, compoſitus erit. Exempli gratia; ſi viridis in tertia colorum ſerie, qualis ſit, quæratur; appone normam, ut vides, ad $\pi\ \rho\ \sigma\ \varphi$; & quoniam illa tranſit per partem cærulei ad π, & flavi ad σ, æque ac per viridem ad ρ; concludere poteris, colorem viridem quem corpus ea craſſitudine exhibet, conſtare præcipue quidem ex viridi ſimplice, admixtis tamen aliqua portione cæruleo & flavo.

Porro, hoc pacto intelligere poteris, quemadmodum colores a centro annulorum extrorſum eo ſibi ordine in-

Digitized by Google

vicem ſuccedere debeant, quem in 4ta & 18va obſervationibus ſupra deſcripſimus. Etenim ſi normam ab A H gradatim per intervalla omnia transferas: quum per primum tranſierit ſpatium, quod denotat exiguam vel nullam reflexionem a corporibus tenuiſſimis factam; perveniet ea primo ad 1, colorem violaceum; & ſtatim poſt ad cæruleum & viridem, qui una cum violaceo illo conficiunt cæruleum; deinde autem perveniet ad flavum & rubrum, quorum quidem acceſſione cæruleus ille convertitur in alborem; iſque albor permanet, interea dum normæ acies tranſit ab I ad 3; poſtea autem, deficientibus ſingulatim coloribus ex quibus compoſitus erat, convertit is ſeſe primo in flavum compoſitum, deinde in rubrum, & poſtremo ruber iſte deficit ad L. Tum incipiunt colores ſecundæ ſeriei; qui itidem ex ordine ſuccedunt, interea dum normæ acies tranſit ab 5 ad O; floridioreſque ſunt quam priores, propterea quod magis dilatati ſunt & ſeparati: quam etiam eandem ob cauſam, loco prioris albitudinis, intervenit jam inter cæruleum & flavum mixtura aurei, flavi, viridis, cærulei atque indici; ex quibus omnibus compoſitus oriri debet viridis nubilus ac dilutus. Similiter colores tertiæ ſeriei ſuccedunt omnes ex ordine: primo violaceus; qui aliquantum intermiſcetur rubro ſecundi ordinis, eoque accedit ad purpureum rubeſcentem: deinde cæruleus & viridis; qui aliis coloribus minus quam ante intermixti ſunt, & proinde magis adhuc floridi evadunt, viridis præſertim: poſtea ſuccedit flavus; cujus pars aliqua propius viridem, diſtincta quidem eſt & bona; pars autem ea quæ ſpectat ad rubrum ſuccedentem, ſicut & ipſe quoque ruber iſte, intermiſcetur violaceo & cæruleo quartæ deinceps ſeriei; ex quibus proinde compoſiti oriuntur varii colores rubri, multum purpuraſcentes. Jam porro violaceo & cæruleo illis quartæ ſeriei, qui rubrum jam dictum ſubſequi deberent, commixtis cum eo in eoque abſconditis; proxime ſuccedit viridis: iſque primo quidem multum deſcendit ad cæruleum; ſtatim autem poſt

fit

Digitized by Google

fit color viridis bonus; utique ſolus ſimplex & floridus color in tota hac quarta ſerie; nam ſimul primum ut ad flavum accedit, intermiſceri incipit coloribus quintæ deinceps ſeriei; quorum utique admixtione, ſuccedentes flavus & ruber valde diluti evadunt ac nubili; flavus præſertim, qui, cum ſit color debilior, vix ſcilicet exhibere ſe queat ſenſu percipiendum. Poſthæc, diverſæ ſeries, earumque colores diverſi, magis magiſque intermiſcentur invicem perpetuo; donec poſt tres vel quatuor amplius ſeries, (in quibus ruber & cæruleus dominantur alterne,) colores omnes omnibus in locis æqua fere portione commiſcentur inter ſe, & albitudinem uſquequaque ſui ſimilem conficiunt.

Quoniam autem, ex 15ta obſervatione, radii uno colore tranſmittuntur eodem in loco, ubi radii alio colore reflectuntur; hinc cauſa colorum in 9na & 20ma obſervationibus lumine tranſmiſſo exhibitorum, fit itidem manifeſta.

Quod ſi jam non modo ordo & ſpecies horum colorum, verum etiam ipſa accurate craſſitudo lamellæ ſive corporis tenuis, qua parte id certum quemvis colorem exhibet, quæ, & quotenarum unciæ partium ſit, quæratur; etiam hoc, per obſervationes 6^{tam} & 16^{tam}, definiri poterit. Etenim, ex iſtis obſervationibus, craſſitudines lamellæ aereæ inter bina vitra interjacentis, qua parte ſex priores annuli videbantur luminoſiſſimi, erant $\frac{1}{178000}$, $\frac{3}{178000}$, $\frac{5}{178000}$, $\frac{7}{178000}$, $\frac{9}{178000}$, $\frac{11}{178000}$, partes unciæ. Jam ſi igitur lumen in iſtis craſſitudinibus copioſiſſime reflexum, ſit flavum citrinum clarius, ſive confinium flavi ac aurei; utique craſſitudines iſtæ, erunt $F\lambda$, $F\mu$, $F\nu$, $F\xi$, $F o$, $F\pi$. Quo quidem cognito; facillime deinceps intelligi poterit, quamnam aeris craſſitudinem repræſentet illa $G\varphi$, vel alia quævis diſtantia normæ a linea A H.

Porro autem, quoniam, ex 10ma obſervatione, craſſitudo aeris ad craſſitudinem aquæ, inter eadem vitra eundem colorem exhibentium, eſt ut 4 ad 3; item, ex 21ma obſervatione, non, ſi mutetur medium circumjectum, mutantur & colores

colores corporum ipſorum tenuiem; utique craſſitudo bullæ aquæ, qua quivis color exhibeatur, erit $\frac{3}{4}$ craſſitudinis aeris eundem colorem exhibentis. Similiter ex iiſdem 10ma & 21ma obſervationibus, craſſitudo lamellæ vitri, in quo refractionem radiorum mediocriter refrangibilium metitur proportio ſinuum 31 & 20, poterit eſſe ſcilicet $\frac{20}{31}$ craſſitudinis lamellæ aereæ, eundem colorem exhibentium. Idemque de aliis mediis comparate intelligi poterit. Cæterum id hic obſervatum velim, non affirmare me iſtam proportionem, quæ eſt 20 ad 31, ſimilem eſſe in radiis univerſis. Habent enim ſinus aliorum radiorum, alias proportiones. At enim differentia iſtarum proportionum adeo parva eſt, ut ejus hic habere rationem non neceſſe exiſtimem. Hiſce igitur poſitis fundamentis, tabulam ſequentem conſtruxi; in qua craſſitudo aeris, aquæ, & vitri ea qua quiſque color exhibetur clariſſimus & puriſſimus, exprimitur partibus unciæ in decies centies mille partes inter ſe æquales diviſæ.

Craſſitu-

Digitized by Google

Craſſitudo coloratarum lamellarum & particularum.

		Aeris.	*Aquæ.*	*Vitri.*
Colores ipſarum primæ ſeriei.	Nigerrimus	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{41}$
	Niger	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Nigreſcens	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	Cæruleus	$2\frac{2}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{11}{20}$
	Albus	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	Flavus	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	Aureus	8	6	$5\frac{1}{6}$
	Ruber	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
Secundæ ſeriei.	Violaceus	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	Indicus	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	Cæruleus	14	$10\frac{1}{2}$	9
	Viridis	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{2}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	Flavus	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	Aureus	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{9}$
	Ruber clarior	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	Coccineus	$10\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{4}$	$12\frac{2}{3}$
Tertiæ ſeriei.	Purpureus	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{11}{20}$
	Indicus	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	Cæruleus	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{11}{20}$	$15\frac{1}{10}$
	Viridis	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	Flavus	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	Ruber	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	Ruber ſubcæruleus	32	24	$20\frac{2}{3}$
Quartæ ſeriei.	Viridis ſubcæruleus	34	$25\frac{1}{2}$	22
	Viridis	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	Viridis flaveſcens	36	27	$23\frac{2}{9}$
	Ruber	$40\frac{1}{3}$	$39\frac{1}{4}$	26
Quintæ ſeriei.	Cæruleus ſubviridis	46	$34\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	Ruber	$52\frac{1}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
Sextæ ſeriei.	Cæruleus ſubviridis	$58\frac{3}{4}$	44	38
	Ruber	65	$48\frac{3}{4}$	42
Septimæ ſeriei.	Cæruleus ſubviridis	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	Albus rubeſcens	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

Jam

TAB. II. Jam ſi hanc tabulam conferes cum ſexto ſchemate: invenies ibi conſtitutionem cujuſque coloris; videlicet, ex quibuſnam ſimplicibus coloribus color quiſque compoſitus ſit; indeque judicare poteris, quantum perfectus ſit quiſque eorum, vel imperfectus. Atque hæc quidem ſufficiant ad obſervationes 4^{tam} & 18^{vam} explicandas. Niſi forte id amplius poſtules, ut delineetur qua forma hi colores inter bina vitra objectiva, quorum alterum alteri ſuperpoſitum ſit, appareant. Quod porro ut fiat; deſcribatur amplus circuli arcus; item linea recta, quæ iſtum arcum tangat; & parallelæ iſti tangenti plures lineæ occultæ, tantis ab tangente interjectis intervallis, quanta denotant numeri coloribus ſingulis in tabula ex adverſo adſcripti. Etenim arcus iſte, cum ſua tangente, repræſentabunt vitrorum ſuperficies, quibus aer interjacens terminetur; & loca, ubi lineæ occultæ arcum ſecent, oſtendent quibuſnam a centro vel a puncto contactus interjectis intervallis, color quiſque reflectatur.

Cæterum & alii adhuc ſunt hujus tabulæ uſus. Nam & ejus ope, craſſitudo bullæ in 19na obſervatione colligebatur ex coloribus quos illa exhiberet. Similiter, particularum corporum naturalium magnitudo, quæ ſit, ex coloribus ipſorum colligi poterit; uti infra oſtendetur. Item, ſi duarum tenuium lamellarum altera alteri ſuperponatur, vel adhuc plures ipſarum ita invicem committantur & coeant, ut ex omnibus una fiat lamella, quæ craſſitudine par ſit univerſis; ex eadem hac tabula colligi poterit, quiſnam inde ſit color oriturus. Exempli gratia: Obſervavit D. *Hookius*, ut in ejus *Micrographia* memoratur, lapidis ſpecularis lamellam quæ eſſet colore flavo languido, ſuperpoſitam lamellæ quæ eſſet colore cæruleo, confeciſſe colorem purpureum valde ſaturum. Utique flavus primæ ſeriei, eſt flavus languidus; & craſſitudo lamellæ quæ iſtum colorem exhibet, eſt, ex tabula, $4\frac{4}{5}$: ad quam porro ſi addas 9, quæ eſt craſſitudo exhibens cæruleum in ſecunda ſerie; habebis jam $13\frac{4}{5}$, craſſitudi-

ſitudinem quæ exhibet purpureum tertiæ ſeriei.

Jam ut explicemus deinceps obſervationum 2[dæ] ac 3[tiæ] phænomena; videlicet, quemadmodum fiat ut annuli colorati (convertendo priſmata circa axem ſuum communem, motu jam contrario ac in iſtis obſervationibus dictum eſt,) convertant ſe in annulos albos & nigros, & deinde in annulos iterum coloratos, coloribus ſingulorum annulorum jam inde inverſo ordine diſpoſitis: recordandum eſt annulos iſtos coloratos dilatari, obliquatione radiorum ad aerem inter vitra interjacentem; iſtamque dilatationem annulorum, ſive productionem diametrorum ſuarum, evidentiſſimam & celerrimam (ſecundum tabulam in 7[ma] obſervatione) tum eſſe, cum illi obliquiſſimi ſint. Hinc enim hujus rei cauſa facile intelligitur. Nempe radii flavi, quoniam in prima aeris illius inter vitra interjacentis ſuperficie plus refringuntur quam rubri, fiunt utique eo pacto magis obliqui ad ſecundam ſuperficiem, a qua reflexi annulos coloratos efficiunt; & conſequenter circulus flavus in unoquoque annulo, magis dilatatus eſſe debet quam ruber; ejuſque dilatatio tanto eſſe major quam rubri, quanto major ſit radiorum incidentium obliquitas; donec tandem circulus iſte flavus, æque ſit amplus factus ac ruber in eodem annulo. Similiter, reliqui circuli, viridis, cæruleus, & violaceus, dilatari itidem eo uſque debebunt, majori adhuc radiorum obliquitate; ut & hi quoque omnes tandem æqua propemodum amplitudine fiant, hoc eſt, æquo intervallo a centro annulorum diſtent, ac ruber. Quo quidem in caſu, colores ejuſdem annuli coire in unum neceſſe eſt univerſos; ſuaque omnium permixtione inter ſe, annulum album exhibere. Qui porro annuli albi, annulos nigros obſcuroſque ſibi interjectos habeant oportet; quia jam non expanſi ſunt utroque, & intermixti invicem, ut prius. Quam quoque eandem ob cauſam, multo etiam diſtinctiores fieri debent, & inſuper longe majori numero ſub aſpectum venire. Veruntamen color violaceus; quoniam, obliquiſſimus cum ſit, aliquanto plus, pro amplitudine

tudine ſua, quam reliqui colores, dilatatur; utique abeſſe vix poterit, quin in extremis albi marginibus ſeſe prodat.

Poſt hæc, quoniam adhuc majori radiorum obliquitate, dilatatio violacei & cærulei adhuc magis exuperat dilatationem rubri & flavi, adeoque violaceus ille & cæruleus adhuc longius a centro annulorum protenduntur; colores jam deinceps ex albo emergere debebunt ordine contrario, atque ante diſpoſiti erant; nempe violaceus ac cæruleus ab exteriore margine cujuſque annuli, & ruber ac flavus ab interiore. Violaceus autem, propter maximam radiorum ſuorum obliquitatem; cum utique omnium maxime, pro amplitudine ſua, dilatetur; apparebit & primus in exteriori cujuſque annuli albi margine, & maxime omnium conſpicuus. Item diverſæ colorum ſeries, ad annulos diverſos pertinentes, incipient iterum, explicatu & expanſu ſui quaquaverſum, intermiſceri invicem; eoque pacto efficient, ut annuli & minus diſtincti, & minori iterum numero ſub aſpectum veniant.

Si, loco priſmatum, adhibeantur vitra objectiva; annuli, quos illa exhibent, jam non evadent albi & diſtincti per obliquitatem oculi; propterea quod radii in tranſitu ſuo per aerem inter iſta vitra interjacentem, ferme paralleli ſunt lineis in quibus in vitra primo incidebant; & conſequenter radii diverſis coloribus, non ſunt ad aerem iſtum alii aliis magis inclinati, quomodo in priſmatibus quidem evenit.

Aliud adhuc horum experimentorum adjunctum eſt, conſideratu dignum; qui ſcilicet fiat, ut annuli albi ac nigri, qui, quum interjecto paulo majori intervallo inſpiciantur, diſtincti apparent; iidem tamen, quum inſpiciantur propius, non modo confuſi appareant, verum etiam colorem violaceum in utriſque annuli cujuſque albi extremitatibus exhibeant. Hujus autem rei cauſa hæc eſt. Radii, qui oculum in diverſis partibus pupillæ ingrediuntur, diver-

Digitized by Google

diverſas habent ad vitra obliquitates; quique maxime obliqui ſunt, ii, ſi ſoli eſſent, annulos majores, quam qui minus obliqui ſunt, repræſentaturi forent. Hinc orbita annuli cujuſque albi expanditur in latitudinem extrorſum per radios maxime obliquos, introrſum autem per radios minime obliquos: eaque expanſio tanto fit major, quanto major eſt radiorum obliquitatis differentia, hoc eſt, quanto pupilla latior eſt, aut oculus propius vitra. Violaceus autem expandi debet omnium maxime; quia radii, qui ſenſum eo colore afficiunt, maxime omnium obliqui ſunt ſecundæ ſive poſteriori tenuis aeris ſuperficiei, a qua reflectuntur; itemque maximam habent obliquitatis ſuæ variationem; quo fit ut iſte color, omnium citiſſime ex albi marginibus emergat. Porro autem, prout latitudo cujuſque annuli hoc modo augetur, ita nigra ipſorum intervalla diminuantur neceſſe eſt, uſque dum vicini annuli fiant contigui inter ſe & commiſceantur invicem, primo exteriores, deinde & interiores propius centrum; adeo ut tandem ſecerni & diſtingui haud queant amplius, ſed plane in albitudinem ſui uſquequaque conſimilem coiiſſe omnes videantur.

Inter omnes obſervationes ſupra memoratas, nulla eſt quæ tam mira habeat adjuncta, quam 24ª. Præcipue, quod certæ tenues lamellæ, quæ nudo oculo albitudine pellucida, æquabili, & ſui uſquequaque ſimili, ſine ullis omnino umbrarum veſtigiis, videntur; per priſma tamen inſpectæ, annulos coloratos exhibeant; cum e contrario, priſmatis refractione, corpora omnia ea ſolummodo ſui parte apparere ſoleant coloribus diſtincta, ubi vel umbris terminentur, vel partes habeant inæqualiter luminoſas. Item, quod annuli iſti eo modo exhibiti, perquam diſtincti ſint atque albi; cum e contrario, priſmatis refractione, corporum omnium ſpecies confuſæ ac coloratæ exhiberi ſoleant. Jam vero cauſam hujus rei, paulum modo ſi attendas, ita intelligere poteris. Nempe, annuli iſti omnes colorati, inſunt revera in lamella tum, cum ea nudo oculo inſpiciatur; quamvis,

Digitized by Google

vis, propter nimiam orbitarum ſuarum latitudinem, intermixti ſint adeo & confuſi inter ſe, ut albitudinem uniformem & ſui uſquequaque conſimilem conficere videantur: quum autem radii ad oculum per priſma tranſmittantur; tum orbitæ diverſorum colorum, qui inſunt in ſingulis annulis, refringuntur, pro ſua cujuſque refrangibilitate, aliæ magis, aliæ minus: quo pacto colores ex altera parte annuli, (hoc eſt, in circumferentia ex altera parte centri ipſius,) magis explicantur & dilatantur; ex altera autem parte, magis, quam antea, complicantur & contrahuntur. Jam vero ubi colores apta juſtaque refractione eouſque contrahuntur, ut diverſi annuli anguſtiores hinc fiant, quam ut invicem intermixti ſint; utique annuli iſto in loco diſtincti apparere debent; & ſimul albi, ſi nimirum colores, ex quibus ii compoſiti ſunt, eouſque ſint contracti, ut in unum plane coierint: atqui ex altera parte, ubi e contrario orbita cujuſque annuli, ulteriori explicatu colorum ſuorum, adhuc latior eſt facta; ibi is multo jam magis, quam antea, cum aliis annulis commixtus eſſe debet; & proinde minus eſſe diſtinctus.

Quo autem hanc materiam adhuc uberius explicemus;
TAB. II. finge circulos concentricos A V & B X, [*Fig.* 7.] repræſentare cujuſvis ſeriei colores rubrum ac violaceum, qui, una cum coloribus intermediis, unum quemvis horum annulorum conſtituant. Jam quidem ſi hi circuli per priſma inſpiciantur; circulus violaceus B X, majori refractione, tranſferetur longius e loco ſuo, quam ruber A V; adeoque ad rubrum iſtum propius accedet illa in parte circulorum, quam verſus refractiones fiunt. Exempli gratia: Si circulus ruber transferatur ad *a v*, violaceus transferri poterit ad *b x*; adeo ut jam propius, quam ante, accedat ad rubrum in parte *x*: Sique ruber transferatur longius ad a v; utique violaceus itidem proportione, tanto ulterius transferri poterit ad b x, ut coeat jam plane cum rubro in x: ſique ruber adhuc porro longius transferatur ad α ϒ; violaceus itidem, tanto etiam adhuc ulterius transferri poterit ad β ξ, ut

Digitized by Google

ut jam plane prætervectus ſit rubrum in ξ, coeat autem cum eo in *e* & *f*. Quod ſi hoc idem de aliis quoque coloribus intermediis, æque ac rubro & violaceo; itemque de omnibus colorum iſtorum ſeriebus, dictum ſimiliter intelligatur: facile jam percipies quemadmodum colores unius ejuſdemque ordinis ſive ſeriei, propinqui facti inter ſe ad *x v* & ϒ ξ, & coeuntes plane ad x v & *e* & *f*, debeant conſtituere arcus circulorum ſatis quidem diſtinctos, maxime ad x v vel ad *e* & *f*; ad *x v* autem, apparere ſeparati; & ad x v albitudinem mutua permixtione conficere; rurſumque apparere ſeparati ad ϒ ξ; ordine autem contrario, quam quo ante apparuerant, & quam etiamnum apparent ultra *e* & *f*. Verum ex altera parte, ad *a b*, a b, vel α β, colores iſti multo etiam magis confuſi, quam antea, apparere debent; dilatati nimirum atque diffuſi uſque adeo, ut coloribus aliorum ordinum intermiſceantur. Similiſque porro confuſio erit colorum ad ϒ ξ, inter *e* & *f*; ſi forte refractio ſit valde magna, vel priſma a vitris objectivis valde remotum. Quo quidem in caſu nulla pars annulorum ſub aſpectum veniet, præter duos exiguos arcus ad *e* & *f*; qui porro eo majori intervallo inter ſe diſtabunt, quo priſma a vitris objectivis adhuc longius removeatur. Hique exigui arcus diſtinctiores & albiores eſſe debent a media ſui parte; ab extremitatibus autem, ubi confuſi eſſe incipiunt, inſimul colorati eſſe debent. Item colores in una extremitate cujuſque arcus ordine contrario diſpoſiti eſſe debent, atque in altera; propterea quod in albitudine intermedia decuſſantur. Nempe extremitates arcuum eæ, quæ ſpectant ad ϒ ξ, erunt rubræ ac flavæ illa ſui parte, quæ ſit propior a centro; ex altera autem parte, cæruleæ ac violaceæ: extremitates autem eæ, quæ in contrarium ſpectant, erunt e contrario cæruleæ ac violaceæ illa ſui parte, quæ ſit propior a centro; ex altera autem parte, rubræ ac flavæ.

Jam ſicut omnia quæ hactenus dicta ſunt, ex luminis proprietatibus mathematica deductione conſequuntur; ita

Digitized by Google

veritas ipſorum, experimentis inſuper manifeſta fieri poteſt. Etenim ſi in cubiculo tenebricoſo inſpiciantur per priſma annuli jam dicti, tum quum reflexione diverſorum colorum priſmaticorum in vitra objectiva ſingulatim projectorum exhibeantur: quos nimirum colores priſmaticos adſiſtens aliquis transferat huc illuc ſuper parietem vel chartam e qua ad vitra reflectantur, interea dum & oculus ſpectatoris & priſma oculo applicatum & vitra ipſa objectiva (ſicuti in 13[tia] obſervatione) immota maneant; utique circuli, quos diverſi illi colores ſingulatim exhibebunt, tali inter ſe poſitu reperientur collocati comparate, qualem in ſchematibus *a b x v*, vel a b x v, vel *α β ξ τ*, deſcripſi. Atque eadem quidem ratione, aliarum quoque obſervationum explicationes, quam veræ & certæ ſint, probari & examinari poſſunt.

Porro, ex iis quæ dicta ſunt, ſimilia aquæ quoque & tenuium vitri lamellarum phænomena intelligi & explicari poterunt. Verum enimvero in parvis iſtiuſmodi lamellarum fragmentis, illud inſuper notatu dignum eſt; fragmenta iſta, ſi ſuper menſam jacentia circumagantur circa centra ſua, interea dum per priſma inſpiciantur; fore utique ut in certis poſitionibus, undatim videantur coloribus diſtincta; atque eorum alia quidem, undas iſtas in una duntaxat vel duabus exhibeant poſitionibus; pleraque autem illas omni in poſitu, idque per totam fere ſui faciem, exhibeant. Nempe ea de cauſa, quod iſtiuſmodi lamellarum ſuperficies non ſint æquate planæ, ſed multas habeant partes eminentes, multas lacunoſas; qua quidem inæqualitate, utcunque exigua, variatur tamen nonnihil lamellæ craſſitudo. Etenim in diverſis lateribus lacunarum iſtarum, propter cauſas jam ante dictas, exhiberi debent undæ in variis priſmatis poſitionibus. Et quamvis perexiguæ ſint quidem & valde anguſtæ ſolummodo vitri partes, quæ hujuſmodi undas plerunque exhibeant; nihilo tamen minus undæ hæ per totam

Digitized by Google

tam protenſæ vitri faciem videri poterunt; propterea quod etiam ab anguſtiſſima iſtarum partium, colores ſunt diverſorum ordinum, hoc eſt diverſorum annulorum, confuſe reflexi; qui priſmatis deinceps refractione explicati, ſeparati, & quaquaverſum pro ſua cujuſque refrangibilitate diſperſi, exhibent utique tot undas diverſas, quot erant diverſi colorum ordines ab iſta vitri parte confuſe reflexi.

Hæc ſunt præcipua tenuium lamellarum ſive bullarum phænomena; quorum quidem explicatio pendeat ex luminis proprietatibus ſupra expoſitis. Atque hæc quidem phænomena ex proprietatibus iſtis conſequuntur (ut vides) neceſſario, & conveniunt cum eis, etiam ad minutiſſimas uſque circumſtantias. Neque id ſolum, verum etiam ad eas ipſas viciſſim comprobandas conferunt permultum. Exempli gratia: ex 24ta obſervatione apparet radios diverſorum colorum, tam lamellis ſive bullis, quam refractionibus priſmatis exhibitorum, ſuos habere ſingulos refrangibilitatis gradus: quo quidem pacto radii uniuſcujuſque ordinis, qui, quum a lamella vel bulla reflectuntur, intermixti ſunt confuſe radiis aliorum ordinum; ſeparentur ab eis deinceps refractione, & conſocientur inter ſe; adeo ut ordinatim, tanquam totidem arcus circulorum, ſub aſpectum veniant. Neque enim ullo modo fieri poſſet, ſi radii eſſent omnes ex æquo refrangibiles, ut albitudini iſti, quæ nudo oculo ſui uſquequaque conſimilis videtur, refractione tamen partes ſuæ ita tranſponerentur, ut inde in albos iſtos nigroſque arcus ordinatim digeſtæ apparerent.

Apparet etiam, ex iis quæ dicta ſunt, inæquales radiorum diſſimilium refractiones, non oriri ex cauſis irregularibus, quæ caſu poſſint accidere; quales utique ſunt venulæ in vitro interſperſæ; inæqualis quædam vitri facierum politura, vel fortuita occultorum vitri meatuum poſitio; inæquales & fortuiti quidam motus ſive agitationes aeris vel

vel ætheris; diffuſio, diffiſſio, aut diviſio unius & ejuſdem radii, in multas partes divergentes; aliæve ſimiles cauſæ. Nam, poſitis quibuſvis ejuſmodi irregularitatibus, fieri tamen nullo modo poſſet ut refractiones annulos antedictos tam valde diſtinctos tamque diſtinctis terminis definitos exhiberent, quam faciunt in 24ta obſervatione. Neceſſe eſt igitur, ut unuſquiſque radius proprium ac ſuum ſemper habeat ſibi congenitum refrangibilitatis gradum; cui congruenter, refractio ipſius ſemper accurate & regulariter efficiatur; itemque diverſi radii, diverſos habeant refrangibilitatis gradus.

Adhæc, quod de radiorum refrangibilitate dictum eſt, id de eorum reflexibilitate quoque ſimiliter dictum intelligi poterit; hoc eſt, de diſpoſitione eorum illa, qua ita comparati ſunt, ut alii majore, alii minore tenuium lamellarum ſive bullarum craſſitudine reflectantur: nempe, illas itidem diſpoſitiones congenitas eſſe radiis, & immutabiles. Id quod apparet ex obſervationibus 13^{tia}, 14ta, & 15ta, comparatis cum 4ta, & 18va.

Ex præmiſſis obſervationibus apparet quoque, albitudinem eſſe mixturam heterogeneam colorum univerſorum; lucemque eſſe mixturam radiorum coloribus iſtis omnibus præditorum. Nam ex eo, quam ingens viſa eſſet multitudo annulorum coloratorum in obſervationibus 3^{tia}, 12ma, & 24ta; liquet, quamvis in obſervationibus 4ta & 18va non amplius octo aut novem apparerent, tamen revera longe majorem eſſe ipſorum numerum; qui utique intermiſcentur invicem euſque, ut poſt octonas aut novenas illas ſeries, plane diluti fiant deinceps permixtione ſui mutua inter ſe, & in albitudinem abeant, ad ſenſus quidem judicium, ſui uſquequaque conſimilem. Quam proinde albitudinem, colorum eſſe omnium mixturam fatearis neceſſe eſt; & lumen, quo ea ad oculum tranſmittitur, mixturam eſſe radiorum coloribus iſtis omnibus præditorum.

Deni-

Digitized by Google

Denique, ex 24ta obſervatione, apparet, inter colores & refrangibilitatem, mutuum ac perpetuum eſſe connexum atque reſponſum: nempe radios maxime refrangibiles, eſſe violaceos; radios minime refrangibiles, rubros; radioſque coloribus intermediis, intermediis eſſe comparate refrangibilitatis gradibus. Item ex obſervationibus 13^{tia}, 14ta, & 15ta, comparatis cum 4ta vel 18va, apparet inter reflexibilitatem quoque & colores, ſimilem eſſe connexum atque reſponſum perpetuum: nempe colorem violaceum, iiſdem poſitis cæteris omnibus circumſtantiis, reflecti in minimis craſſitudinibus cujuſvis tenuis lamellæ vel bullæ; colorem rubrum, in maximis craſſitudinibus; coloreſque intermedios, in intermediis comparate craſſitudinibus. Ex quo efficitur, colorificas itidem radiorum qualitates, congenitas eſſe atque immutabiles: & conſequenter omnes omnium colorum ſpecies, quæ ſint uſpiam in rerum univerſitate, oriri utique non ex phyſica ulla mutatione, quam refractio aut reflexio efficiat in lumine; ſed ſolummodo ex variis mixturis aut ſeparationibus radiorum, refrangibilitate ſua diverſa vel reflexibilitate effectis. Atque hac quidem ratione, ſcientia colorum fit theoria tam vere mathematica, quam alia ulla pars Optices: eatenus videlicet, quatenus colores ex luminis ipſius natura pendeant, neque oriantur immutenturve imaginationis vi, aut oculorum percuſſu vel compreſſu.

Digitized by Google

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS III.

De permanentibus corporum naturalium coloribus; & analogia quæ eſt inter eos colores, & colores tenuium laminarum pellucidarum.

PErvenimus jam ad aliam inſtituti noſtri partem; videlicet ut in id deinceps inquiramus, quæ ſit inter tenuium laminarum pellucidarum & aliorum omnium corporum naturalium phænomena, ſimilitudinis proportio. Ac de hiſce quidem corporibus jam ſupra illud ſtatuimus; diverſis ea coloribus ita apparere, prout radiis hos

Digitized by Google

hos vel illos colores ſibi congenitos habentibus, copioſius quam aliis omnibus reflectendis, natura apta ſint facta & conſtituta. Naturæ autem ipſorum conſtitutio illa ac ratio intima, qua nimirum ita ſunt comparata, ut radios alios copioſius quam alios reflectant; ea demum quæ ſit, adhuc inquirendum reſtat. Hocque in ſequentibus propoſitionibus jam deinceps exponere conabor.

PROPOSITIO I.

Ea corporum pellucidorum ſuperficies plurimum luminis reflectunt, quæ vim refringentem maximam habent; hoc eſt, quæ inter talia interjecta ſunt media, quorum denſitates refractivæ inter ſe maxime differunt. Et in confinibus mediorum æqualiter refringentium, nulla eſt reflexio.

QUAM magna ſit inter reflexionem & refractionem analogia, ex eo apparere poterit, quod, cum lumen ex uno medio tranſeat oblique in aliud, quod quidem radios refringat a perpendiculari; quo major eſt mediorum iſtorum denſitatis refractivæ differentia, eo minor ad totalem reflexionem faciendam poſtuletur obliquitas incidentiæ. Etenim quam proportionem habent inter ſe ſinus, qui refractionem metiuntur; eandem habet ſinus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, ad ſemidiametrum circuli: Et conſequenter angulus incidentiæ is, ubi totalis incipit reflexio, minimus tum eſt; cum ſinus, qui refractionem metiuntur, differunt maxime inter ſe. Exempli gratia: In tranſitu luminis ex aqua in aerem, ubi refractionem metitur ratio ſinuum 3 ad 4; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ ſit graduum 48, 35′. In tranſitu luminis ex vitro in aerem, ubi refractionem metitur ratio ſinuum 20 ad 31; totalis reflexio tum incipit, cum angulus incidentiæ ſit graduum 40, 10′. Et ſimiliter, in tranſitu luminis e cryſtallo, vel e mediis adhuc magis refringentibus in aerem;

Digitized by Google

ad totalem faciendam reflexionem, adhuc minor obliquitas poſtulatur. Quæ itaque ſuperficies maxime refringunt; eæ citiſſime id omne lumen, quod ſibi incidat, reflectunt; & conſequenter vim reflectentem maximam habere dicantur, neceſſe eſt.

Verum propoſitionis hujuſce veritas adhuc amplius inde apparere poterit, quod in ſuperficie interjacente bina quævis media pellucida, (qualia ſunt aer, aqua, oleum, vitrum, cryſtallus, vitra metallica, vitra Iſlandica, arſenicum album pellucidum, adamantes, &c.) reflexio ſemper fortior aut debilior ſit pro eo, ac ſuperficies iſta vim refringentem majorem minoremve habeat. Sic enim in confinio aeris & ſalis-gemmæ, fortior eſt reflexio quam in confinio aeris & aquæ; in confinio aeris & vitri vel cryſtalli, adhuc fortior; & in confinio aeris atque adamantis, adhuc uſque fortior. Siquod horum vel his ſimilium corporum ſolidorum pellucidorum, in aquam immerſum ſit; ejus reflexio multo, quam ante, languidior fit; atque etiam adhuc languidior, ſi id immerſum ſit in oleum vitrioli vel ſpiritum terebinthi rectificatum, utique liquores adhuc fortius refringentes. Si aqua in binas partes ſuperficie quavis imaginaria diſtinguatur, reflexio in binarum iſtarum partium confinio, plane eſt nulla. In confinio aquæ & glaciei, reflexio admodum exigua eſt; in aquæ & olei, aliquanto major; in aquæ & ſalis-gemmæ, adhuc major, in aquæ & vitri aut cryſtalli aliorumve corporum denſiorum, etiam adhuc major; nimirum pro eo, quantum media illa vi refringente inter ſe differant. Hinc in confinio vitri & cryſtalli, languida debet eſſe reflexio; & in confinio vitri communis ac vitri metallici, fortior: quanquam hoc quidem nondum probavi experiundo. At vero in confinio duorum vitrorum denſitate inter ſe æqualium & parium, nulla eſt reflexio, quæ quidem ſenſu percipi queat; id quod in prima ſupra obſervatione oſtendimus. Idem autem ſimiliter intelligi debet de ſuperficie quæ interjaceat binas cryſtallos, vel binos liquores, vel bina quævis corpora, in

quo-

Digitized by Google

quorum utique confinio nulla fiat refractio. Efficitur igitur in univerſum, ut cauſa quamobrem media pellucida uniformia, (qualia ſunt aqua, vitrum aut cryſtallus,) nullam habeant reflexionem, quæ quidem ſenſu percipi poſſit, præterquam in externa ſua ſuperficie, ubi aliis mediis denſitate a ſe differentibus adjacent, hæc ſit nimirum; quod partes ipſorum contiguæ inter ſe, una eademque ſint omnes denſitate.

PROPOSITIO II.

Partes minimæ corporum naturalium fere omnium, ſunt aliquo modo pellucidæ. Et opacitas iſtorum corporum oritur ex multitudine reflexionum, quæ in interioribus ipſorum partibus fiant.

OBſervatum fuit hoc antea ab aliis; & facillime concedetur ab iis, qui microſcopiis tractandis aſſueti fuerint. Porro autem probari etiam poterit amplius, apponendo quodlibet corpus ad foramen per quod aliquid luminis in cubiculum tenebricoſum tranſmittatur. Etenim quantumvis opacum id corpus in aperto aere videatur, eo tamen pacto pellucidum videbitur manifeſto; ita ſcilicet, ſi ſatis tenue fuerit factum. Excipienda ſolummodo ſunt corpora metallica alba: quæ propter nimiam denſitatem reflectere videntur fere id omne lumen, quod in primam ipſorum ſuperficiem incidat; niſi cum in menſtruis diſſolvendo, comminuta ſint in particulas perquam exiguas; quo quidem in caſu, & ipſa quoque ſimiliter evadunt pellucida.

Digitized by Google

PROPOSITIO III.

Inter corporum opacorum & coloratorum partes, multa interjacent ſpatia; vel vacua, vel mediis, quæ denſitate ab iſtis partibus differant, repleta. Sic inter particulas, quibus liquor quivis imbuitur & tingitur, interjacet aqua; inter globulos aquæ, ex quibus nubes & nebulæ conſtant, interjacet aer; & inter corporum durorum partes, interjacent ſpatia, vacua plerunque tum aeris tum aquæ; fortaſſe tamen non omnis materiæ vacua.

HUjuſce veritatem evincunt propoſitiones duæ præcedentes. Nam, per prop. 2^{dam}, multæ ſunt reflexiones in interioribus corporum partibus factæ: Hoc autem, per prop. 1^{mam}, non fieret, ſi utique partes ipſorum prorſus eſſent contiguæ, ſine ullis interjectis iſtiuſmodi intervallis; etenim omnes reflexiones fiunt in ſuperficiebus, quæ interjectæ ſint mediis denſitate inter ſe differentibus, per prop. 1^{mam}.

Sed præterea, hanc interruptionem partium, præcipuam eſſe cauſam quamobrem corpora ſint opaca. inde etiam apparere poterit, quod corpora illa omnia opaca ſtatim pellucere tum incipiunt, cum forte occulti ipſorum meatus repleti ſint materia aliqua, quæ partibus ipſis par ſit vel fere par denſitate. Sic charta, in aquam vel oleum intincta; lapis, qui dicitur oculus mundi, in aqua maceratus; lintea, oleo vel vernigine illita; aliaque permulta corpora in iſtiuſmodi liquoribus immerſa, qui occultos ipſorum meatus intime pervadant; fiunt eo pacto magis, quam ante, pellucida. E contrario, corpora ea, quæ ſunt maxime pellucida, poterunt, vel occultorum ſuorum meatuum evacuatione, vel partium ſuarum ſeparatione, ſatis opaca evadere. Sic ſales, vel charta madida, vel oculus mundi lapis, cum ſint exſiccata: cornu, radulanum: vitrum, cum

Digitized by Google

cum in pulverem redactum ſit, vel etiam rimas modo egerit: reſina terebinthina & aqua pluvia, ſimul agitatæ, donec quadantenus commixta ſint: denique aqua ipſa, cum in multas bullulas tenſa ſit; idque vel ſola, in ſpeciem ſpumæ; vel ſimul agitata cum oleo terebinthino, olivo, aliove aliquo liquore commodo, quocum illa non commiſcebit ſe penitus: opaca fiunt. Porro ad opacitatem horum corporum adhuc amplius adaugendam, confert nonnihil & illud; quod, ex 23[tia] obſervatione, reflexiones corporum pellucidorum admodum tenuium, multo ſunt fortiores, quam eorundem corporum paulo craſſiorum.

Propositio IV.

Quo corpora opaca eſſe queant, & colorata; partes ipſorum, itemque earum intervalla, debent non eſſe minora quam certæ cujuſdam & definitæ magnitudinis.

Etenim corpora omnium opaciſſima, ſi partes ipſorum in ſummam uſque tenuitatem comminuantur, (ut metalla in menſtruis acidis diſſoluta,) evadunt continuo plane perfecteque pellucida. Item recordari poteris, in 8[va] obſervatione, binas vitrorum objectivorum ſuperficies, ubi valde eſſent propinquæ, quamvis non contingerent prorſus inter ſe, tamen nullam ibi reflexionem feciſſe, quæ quidem ſenſu percipi poſſet. Et, in 17[ma] obſervatione, reflexionem in aquæ bulla, qua parte ea tenuiſſima erat facta, vix ſenſu, an eſſet omnino aliqua, percipi potuiſſe; adeo ut, defectu luminis reflexi, maculæ valde nigræ in vertice bullæ apparerent.

Atque hiſce quidem cauſis comperio aquæ, ſalis, vitri, lapidum, aliorumque id genus corporum, tribuendam eſſe pelluciditatem. Multa enim me movent ut credam, corpora ea ita utique eſſe conſtituta, non ut pauciores interjectos habeant partibus ſuis meatus occultos, quam habent

Digitized by Google

bent alia corpora; ſed ut partes ipſorum, earumque intervalla, minores ſint ſcilicet quam quæ reflexiones in communibus ſuperficiebus ſuis efficere queant.

Propositio V.

Pellucidæ corporum partes, pro varia ſua craſſitudine, reflectunt radios uno colore, & tranſmittunt radios alio colore; eiſdem de cauſis, ac tenues lamellæ ſive bullæ reflectunt vel tranſmittunt radios iſtos comparate. Atque huic quidem cauſæ, corporum omnium colores omnes attribuendos exiſtimo.

Etenim ſi cujuſvis materiæ lamella tenuis, quæ, cum æquabili ſit undique craſſitudine, tota uno eodemque ſui uſquequaque conſimili colore videtur; fingatur deinceps vel in fila diſſecari, vel in fragmenta diſrumpi, quæ ejuſdem ſint omnia craſſitudinis, ac ipſa lamella: equidem nihil cauſæ video, quin unumquodque filum ſive fragmentum, ſuum uſque conſervet colorem; & conſequenter ex iſtiuſmodi filorum ſive fragmentorum congeſtu, conſiat acervus pulveris, qui ſit totus eodem colore, ac erat ipſa lamella ante confringendum. Jam vero partes corporum omnium naturalium, ſunt tanquam totidem fragmenta tenuis lamellæ. Debent igitur hæ ſimiliter eiſdem de cauſis, eoſdem colores exhibere.

Rem autem hanc revera ita ſe habere; apparere poterit ex mira proprietatum ſimilitudine & conjunctione, quæ partibus corporum naturalium cum fragmentis tenuium lamellarum intercedit. Utique pulchre coloratæ avium quarundam, & præſertim caudarum pavoniarum, plumæ, una eademque ſui parte colores varios exhibent, pro varia oculi poſitione; ſimili prorſus ratione, ac fecerunt tenues lamellæ in obſervationibus 7ma & 19na. Et proinde plumarum iſtarum colores, oriuntur ex tenuitate parvorum capillamentorum, quæ majoribus plumarum ramulis ſive fibris lateralibus

libus adnaſcuntur. Eodem ſpectat, quod aranearum quarundam telæ, utique valde ſubtiles ac tenues, multicolores fuerint viſæ; (uti nonnulli obſervarunt) & fila ſerica quædam colorata, pro varia oculi poſitione, varietate videantur verſicolori. Porro, pannus bombycinus, & laneus, aliaque id genus corpora, in quæ aqua vel oleum intime penetrare poteſt, colorem obſcuriorem fuſcioremque trahunt, cum in liquores iſtos immerſa fuerint; rurſum autem, ſimul ut exſiccata ſint, colorem ſuum clariorem recuperant; utique eadem fere ratione, ac tenues lamellæ in obſervationibus 10ma & 21ma. Adhæc, bracteæ auri, vitra quædam picta, infuſio ligni nephritici, & alia corpora nonnulla, colorem unum reflectunt, alium tranſmittunt; ſimiliter ac tenues lamellæ in obſervationibus 9na & 20ma. Denique pulveribus quibuſdam coloratis, quibus utuntur pictores, colores ſui multa atque elaborata tritura immutari poſſunt nonnihil: qua equidem in re, nihil plane cauſæ video, cui ea colorum mutatio attribui queat, præterquam particularum comminutioni inter conterendum; eodem modo, ac color tenuis lamellæ, pro craſſitudinis ſuæ variatione, immutatur. Quam ſane eandem ob cauſam, plantarum quoque & herbarum flores colorati, pellucidiores plerunque evadunt contundendo; aut aliquo ſaltem modo colores ſuos immutant. Nec minus eodem facit, quod ex diverſorum liquorum permixtione, certæ colorum ſpecies permiros interdum ac notatu digniſſimos ortus atque mutationes habeant: quorum quidem cauſa nulli rei veriſimilius & rationi congruentius attribui poteſt, quam quod corpuſcula ſalina, quæ inſunt in uno liquore, agant varie in corpuſcula colorata alterius, vel coaleſcant cum illis; adeo ut illa inde adaugeantur vel extenuentur, (quo non modo magnitudo, verum etiam denſitas ipſorum immutari poteſt,) vel dividantur in corpuſcula adhuc minora, (quo liquor, qui fuerat coloratus, poterit pellucidus evadere) vel conſocientur complura inter ſe, & in grumulos coaleſcant, (quo

Digitized by Google

ex binis liquoribus pellucidis, confieri poterit liquor coloratus.) Etenim videmus quam facile menſtrua ejuſmodi ſalina, penetrent & diſſolvant corpora ad quæ applicentur; atque etiam alia eorum id præcipitent, quod alia diſſolverint. Similiter, ſi varia atmoſphæræ phænomena conſiderabimus; obſervare poterimus vapores, quum quidem primum ſuſcitantur, non impedire quominus pellucidus ſit aer; comminutos quippe in particulas exiguiores, quam quarum ſuperficies ullam efficere poſſint reflexionem: verum quum ad pluviæ guttas conſtituendas, coaleſcere demum & in globulos coire cœpti ſint magnitudinum omnium intermediarum; tum utique ex globulis iſtis ea magnitudine factis, qua colores alii reflectantur, alii tranſmittantur, poſſe confieri ſcilicet nubes variis coloribus, pro varia globulorum, ex quibus compoſitæ ſunt, magnitudine. Nec equidem video in aqua, tam pellucida videlicet, quid poſſit aliud ineſſe, cui horum colorum cauſa poſſit cum ulla veri ſimilitudine attribui; præter varias fluidarum ipſius & globoſarum particularum magnitudines.

PROPOSITIO VI.

Corporum partes, ex quibus colores ipſorum pendent, denſiores ſunt quam medium, quod intervalla earum permeat.

APparet hoc ex eo, quod color cujuſvis corporis pendet non modo ex illis radiis, qui ad perpendiculum in partes ejus incidant; verum ex illis etiam, qui aliis omnibus angulis in eaſdem incidant. Nam ejuſmodi quidem color reflexus: ſi utique corpus ſive particula tenuis, rarior eſſet quam medium circumjectum; quavis ſcilicet vel exigua obliquitatis mutatione, (ſecundum 7^am obſervationem) immutaretur & ipſe: adeo ut iſtiuſmodi particula, in diverſis radiorum incidentium obliquitatibus, colores prorſus omnes reflexura foret, tanta ſane varietate, ut color oriturus demum

mum unus ex omnibus illis, confuſe nimirum ex acervo iſtiuſmodi particularum reflexis, deberet potius albus aut leucophæus eſſe quam alius ullus color, aut ſaltem valde imperfectus eſſe ac nubilus. Atqui e contrario: ſi corpus ſive particula tenuis, multo denſior ſit quam medium circumjectum; jam colores (ſecundum 19^{nam} obſervationem) adeo parum immutabuntur variatione obliquitatis, ut radii qui reflectuntur minus oblique, prævalere inter cæteros ac dominari queant in tantum, ut totum iſtiuſmodi particularum acervum ſuo colore ſaturate infectum exhibere poſſint.

Porro, ad confirmandam hanc propoſitionem confert nonnihil & illud; quod, ex 22da obſervatione, colores quos exhibet corpus tenue denſius in rariori concluſum, floridiores ſint quam quos exhibet rarius concluſum in denſiori.

Propositio VII.

Magnitudo partium, ex quibus corpora naturalia conſtant, qua ſit, ex coloribus ipſorum conjici poteſt.

Etenim cum partes horum corporum, per prop. 5, eoſdem, (uti veri quidem ſimillimum eſt) colores exhibeant, ac lamella pari craſſitudine, modo eadem utræque ſint denſitate refractiva; habeant autem hæ partes, uti multis quidem ex rebus facillime colligi videtur, denſitatem plerunque fere eandem, ac aqua aut vitrum; utique magnitudines ipſarum definiri poterunt ex tabulis præmiſſis, in quibus, qua craſſitudine quemvis colorem exhibeat aqua aut vitrum, expreſſum habes. Exempli gratia: Si quæratur quanta ſit diametro particula cujuſvis corporis, quæ, ſi vitro par ſit denſitate, reflectat colorem viridem tertii ordinis; oſtendit numerus $16\frac{1}{4}$, eſſe eam $\frac{16\frac{1}{4}}{1000000}$ partes unciæ.

Tota hujus rei difficultas in eo fere poſita eſt, cujuſnam ordinis cenſendus ſit corporis alicujus color. Id au-

Digitized by Google

tem ut inveniamus, recurrendum erit ad obſervationes 4^{tam} & 18^{vam}; unde colligi poterunt hæ, quæ ſequuntur, concluſiones.

Colores coccinei, aliique rubri, item aurei & flavi, ſi puri ſint & largi, erunt (uti vero quidem ſimillimum eſt) ſecundi ordinis. Qui ſunt primi & tertii ordinis, poterunt etiam ſatis eſſe boni; niſi quod flavus primi ordinis, ſit languidus; & aureus ac ruber tertii ordinis, permultum ſibi admixtum habeant violacei ac cærulei.

Colores virides poterunt eſſe boni, quarti ordinis; at qui tertii ſunt ordinis, erunt puriſſimi. Atque hujus quidem ordinis eſſe videtur color herbidus omnium plantarum: partim, quia colores ipſarum largi ſunt ac ſaturi; partim quia ipſæ, cum marceſcunt, convertunt ſe aliæ in colorem flavum ſubviridem, aliæ in flavum clariorem, vel aureum, vel etiam rubrum, intervenientibus nimirum coloribus omnibus intermediis ante dictis. Quæ utique mutationes effici videntur exhalatione ſucci; unde videlicet particulæ coloratæ, denſiores potuerint eſſe factæ, atque etiam auctæ nonnihil accretione oleoſarum atque terreſtrium partium ſucci. Jam vero color viridis plantarum, ſine dubio ejuſdem eſt ordinis, ac colores illi in quos ipſe ſe immutat; quia mutationes eæ fiunt gradatim. Colores autem iſti, quamvis plerunque non admodum ſaturi, ſaturiores tamen ſæpe floridioreſque ſunt, quam ut quarti poſſint ordinis eſſe.

Colores cærulei & purpurei, poterunt eſſe vel ſecundi vel tertii ordinis; at puriſſimi qui ſunt, ordinis erunt tertii. Exempli gratia: Color violarum, ejus videtur eſſe ordinis; quia illarum ſyrupus, admixtione liquorum acidorum, convertit ſe in colorem rubrum; urinoſorum autem vel alkalizatorum, in viridem. Etenim, cum corporum acidorum ſit, diſſolvere ſive extenuare; alkalizatorum autem, præcipitare ſive incraſſare; utique ſi color purpureus hujus ſyrupi eſſet ſecundi ordinis, jam futurum eſſet ut liquor acidus, extenuando particulas ejus coloratas, converteret eum

in

Digitized by Google

in colorem rubrum primi ordinis; alkalizatus autem, incraſſando particulas ejus, converteret eum in colorem viridem ſecundi ordinis: at enim iſtorum ordinum colores ruber & viridis, præſertim viridis, minus perfecti eſſe videntur, quam ſunt colores hiſce mutationibus producti. Jam vero igitur, ſi color ille purpureus ponatur tertii eſſe ordinis; mutatio ipſius in rubrum ſecundi ordinis, & viridem tertii, ſatis commode poterit exiſtimari.

Siquod reperiatur corpus colore purpureo ſaturiori & minus rubeſcente, quam violarum; veriſimillimum eſt, ejus colorem ſecundi eſſe ordinis. Veruntamen, quoniam nullum corpus eſt vulgo notum, cujus color ſit perpetuo ſaturior, quam illarum; viſum eſt mihi vocabulo a violis deducto, ſignificare colores purpureos ſaturatiſſimos minimeque omnium rubeſcentes, quamvis ii ſuper ipſarum violarum colorem manifeſto excellant puritate.

Color cæruleus primi ordinis, quamvis languidus admodum & exiguus, poterit tamen in aliquibus fortaſſe corporibus ſe exhibere; nominatim, color cæruleus cœli ſereni, hujus ordinis eſſe videtur. Etenim vapores omnes, cum condenſari & in exiguas particulas coaleſcere incipiunt, ea primum fiunt magnitudine, qua iſtiuſmodi color cæruleus reflecti debeat; antequam ſe in nubes, quæ ſint aliis coloribus, induere poſſint. Ac proinde color iſte, cum ſit primus quem vapores reflectere incipiunt, debet utique cœli eſſe color ſudi ac ſereniſſimi; in quo ſcilicet vapores nondum eo excreverint craſſitudinis, ut colores alios reflectere queant: id quod re comprobat experientia.

Albor, ſi clariſſimus ſit ac luminoſiſſimus, primi erit ordinis; ſi minus fortis & luminoſus, mixtura erit colorum omnium ordinum. Hujus poſterioris generis eſt albitudo ſpumæ, chartæ, linteorum, & plurimorum corporum alborum: prioris eſſe generis exiſtimo metalla alba. Etenim cum aurum, metallorum omnium denſiſſimum, ſi in bracteas ductum ſit, pelluceat; metallaque omnia, ſi in

Digitized by Google

menſtruis diſſoluta ſint vel vitrificata, itidem pelluceant; utique opacitas metallorum alborum, non oritur ex denſitate eorum ſola. Futurum omnino ſane eſſet, ut hæc metalla, cum ſint auro minus denſa, forent itidem magis pellucida; niſi ad ea opacanda conſpiraret inſuper, cum denſitate ipſorum, alia quædam cauſa. Eam autem cauſam exiſtimo eſſe particularum ſuarum magnitudinem talem, qua illæ ad alborem primi ordinis reflectendum aptæ ſint factæ. Etenim ſiquo forte pacto acciderit, ut illæ aliis factæ ſint magnitudinibus; poterunt & alios colores reflectere. Id quod evincunt colores, qui nonnunquam in candefacto chalybe inter temperandum apparent, & nonnunquam etiam in ſuperficie metallorum fuſorum ſeſe exhibent, nempe in ſcoria ſive cuticula illa, quæ metallis inter frigefaciendum adnaſcitur. Præterea autem, ut albor primi ordinis, fortiſſimus eſt qui corporum pellucidorum lamellis reflecti poſſit; ita fortior eſſe debet in denſiori materia metallorum, quam in rariori aeris, aquæ, & vitri. Nec equidem quicquam video, quin corpuſcula metallica ea craſſitudine, qua albori primi ordinis reflectendo apta ſint, poſſint, propter magnam ſuam denſitatem, (ſecundum proportionem primæ propoſitionis,) lumen id omne quod ſibi inciderit reflectere, eoque tam opaca tamque ſplendentia fieri, ut nihil poſſit ſupra. Utique aurum ipſum, vel cuprum; admixto argento, vel ſtanno, vel regulo antimonii, infra portionem dimidiam pondo, fuſum; vel amalgamatum, ut loquuntur, cum argenti vivi paululo, album fit. Ex quo apparet, & particulas metallorum alborum multo plus habere ſuperficiei, adeoque exiguiores eſſe, quam auri vel cupri; itemque eas tam eſſe opacas, ut particulas auri vel cupri trans ſe interlucere non permittant. Jam quidem colores auri & cupri, quin ſecundi ſint ordinis tertiive, dubitari haud poteſt: fieri itaque nequit, ut particulæ metallorum alborum multo ſint majores, quam neceſſarium eſt quo eæ alborem

Digitized by Google

alborem primi ordinis reflectere poſſint. Ne multo ſint majores, evincit quidem ipſa argenti vivi natura admodum volatilis: neque vero, e contrario, multo minores tamen eſſe debebunt; ne opacitatem ſuam amittant; & vel pellucidæ fiant: ut quum vitrificando aut in menſtruis diſſolvendo extenuatæ fuerint; vel nigræ evadant, ut quum comminutæ fuerint, atterendo nimirum argentum vel ſtannum vel plumbum aliis quibuſvis corporibus ad lineas nigras inducendas. Utique primus & ſolus color, quem metalla alba comminutione particularum ſuarum induunt, eſt nigror: ac proinde albor ipſorum is eſſe debet, qui confinis eſt maculæ nigræ in centro annulorum coloratorum; hoc eſt, albor primi ordinis. Veruntamen ſi hinc colligere velis, quanta ſit particularum metallicarum magnitudo; habenda erit ratio denſitatis ipſarum. Etenim ſi argentum vivum pellucidum eſſet; denſitas ejus tanta eſt, ut ſinus incidentiæ in id, (quomodo ego quidem calculum poſui) foret ad ſinum refractionis ſuæ, ut 71 ad 20, vel 7 ad 2. Quamobrem particulæ ejus, quo colores eoſdem ac aquæ bullæ exhibere queant, debent eſſe minus craſſæ quam cuticula iſtarum bullarum, ea proportione quæ eſt 2 ad 7. Unde fieri ſane poteſt, ut particulæ argenti vivi prorſus tam ſint exiguæ, quam particulæ liquorum quorundam volatilium pellucidorum; & tamen alborem primi ordinis reflectant.

Denique, ad nigrorem exhibendum, particulæ adhuc minores eſſe debent omnibus illis, quæ colores cujuſcunque modi exhibent. Nam particulæ omnes majuſculæ, plus reflectunt luminis, quam ut nigræ poſſint videri. Verum ſi paululo minores eſſe ponantur, quam ſatis ſit ad reflectendum album & cæruleum languidum primi ordinis; jam, ex obſervationibus 4ta, 8va, 17ma, & 18va, reflectent tam puſillum luminis, ut & valde nigræ appareant, & tamen lumen varie refringant fortaſſe intra ſe uſque eo, donec id reſtinguatur penitus & intercidat; quo pacto ipſæ in omnibus

omnibus oculi poſitionibus nigræ, ſine ulla pelluciditate, videantur. Atque hinc quidem intelligi poteſt qui fiat, ut ignis, &, adhuc ſubtilior illa rerum diſſolutrix, putredo, utique dividendo particulas corporum, nigra omnia efficiant: item exiguæ admodum corporum nigrorum portiones corpora alia, ad quæ applicentur, colore nigro facillime & copioſe inficiant; minutiſſimis nimirum horum corporum particulis, quæ eſt ingens earum multitudo, facillime ſe in craſſiores aliorum corporum particulas ſuperinducentibus: item vitrum cum arena ſuper lamina cuprea enixius attritum, uſquedum id perpolitum fiat; reddat & arenam, & ſimul intertrimentum vitri ac cupri, valde nigra: item corpora nigra, in lumine Solis, omnium facillime calefiant & comburantur, (qui quidem effectus partim ex multitudine refractionum in anguſto ſpatio factarum, partim ex faciliori particularum tam exiguarum commotione, oriri poteſt;) & denique qui fiat, ut corpora nigra plerunque ad colorem ſubcæruleum accedant aliquantum; (id enim revera ita ſe habere, apparere poterit ex eo, quod charta alba, illuminata lumine a corporibus nigris reflexo, colore albo ſubcæruleo plerunque videatur:) hoc autem inde fit, quod nigror confinis ſit cæruleo obſcuro primi ordinis in obſervatione 18va deſcripto; ac proinde plures radios qui ſint illo, quam alio ullo colore, reflectat.

In hiſce deſcriptionibus, res ſingulatim & enucleatius expendere volui; propterea quod fieri forte poterit aliquando, (ſi non etiam nunc quadantenus id effectum ſit) ut microſcopia eo perfectionis perducantur, ut diſcerni in illis queant particulæ corporum eæ, ex quibus colores ipſorum pendeant. Etenim ſi microſcopia vel jam ſunt, vel poſthac poterunt eſſe eo perfectionis perducta, ut corpora objecta ſatis diſtincte repræſentare queant quingentis vel ſexcentis partibus ampliora, quam quanta nudis oculis, intervallo pedis unius objecta, apparere ſolent; equidem ſperem futurum, ut gran-

grandiores particularum illarum, ex quibus colores corporum pendent, diſcernere poſſimus. Quinimo ſi conſtrui queat microſcopium, quod corpora objecta ad ter vel quater millies vero ampliora exhibeat; poſſint fortaſſe eæ omnes oculis cerni particulæ, exceptis quæ nigrorem efficiant. Interea nihil video ullius quidem momenti in hac materia, quod in dubium juſte vocari queat; niſi id forte dubitationem aliquam habere videatur, quod ſtatuerim particulas pellucidas; quæ eadem craſſitudine & denſitate ſint ac tenuis lamella, exhibere utique & eoſdem colores. Jam vero hoc laxe quodammodo accipi velim; tum quia particulæ iſtæ poſſunt figuris eſſe irregularibus, multique radii oblique in eas incidant neceſſe eſt, adeoque per eas breviori trajectu, quam ſecundum diametros ipſarum, tranſmitti debeant; tum quia medii intra iſtiuſmodi particulas coarctati & undique anguſte contenti, motus fortaſſe aliæve qualitates, ex quibus reflexio pendeat, coarctatione illa immutari poſſunt nonnihil. Et tamen hanc poſteriorem cauſam non equidem multum ſuſpicari poſſum; cum obſervaverim parvas quaſdam lamellas lapidis ſpecularis, quæ æquabili eſſent craſſitudine, per microſcopium inſpectas, colorem eundem a marginibus & angulis ſuis, ubi inclusum medium terminabatur, ac in aliis ſui partibus exhibuiſſe. Verum, utcunque id ſit, permultum nobis ad dubitationem omnem tollendam conferet, ſi particulæ jam dictæ microſcopiis tandem diſcerni queant. Quod fieri ſi poterit aliquando, metuo equidem ut unquam ſenſus videndi poſſit inde ulterius penetrare. Videtur enim fieri nullo modo poſſe, ut cernamus ſecretiora & nobiliora opera naturæ intra ipſas particulas; utique propter nimiam pelluciditatem lumen omne in interioribus ſui partibus tranſmittentes.

Digitized by Google

PROPOSITIO VIII.

Reflexionis cauſa, non attribuenda eſt impactioni luminis in partes corporum ſolidas ſive impervias; quomodo uſque antehac creditum fuit.

APparebit hoc ex ſequentibus conſiderationibus. Primo, In tranſmiſſu luminis e vitro in aerem, reflexio fit æque fortis, ac in tranſmiſſu ejus ex aere in vitrum; imo vero, fortior aliquanto; multoque etiam adhuc fortior, quam in tranſmiſſu ejus e vitro in aquam. Jam quidem aerem partes lumini fortius reflectendo aptas, quam aquam aut vitrum, habere; id vero nullam habet ſimilitudinem veri. Neque tamen, ſi illud ipſum fingi utique poſſet, quicquam omnino inde porro conficeretur. Nam quum aer omnis ſubmotus ſit a poſteriore vitri ſuperficie, (puta in machina pneumatica, ab *Ottone Guericko* inventa, & a noſtrate D. *Boyleo* ad majorem utilitatem perfecta;) reflexio tamen fit æque fortis, vel etiam fortior aliquanto, quam antequam is ſubmoveretur.

Secundo, Si lumen inter tranſeundum e vitro in aerem, incidat obliquius quam in angulo graduum 40 vel 41, reflectitur id in totum; ſin incidat minus oblique, tranſmittitur utique maximam partem. Jam quidem animo & cogitatione fingi non poteſt; lumen, uno quodam obliquitatis gradu, ſatis quidem multos in aere offendere poſſe meatus, per quos id maximam plane partem tranſmittatur; & tamen alio obliquitatis gradu, prorſus in nil niſi partes ſolidas incurrere, quibus id totum reflectatur: præſertim cum in tranſeundo quidem contra ex aere in vitrum, quantumvis oblique id incidat, inveniat tamen in vitro ſatis multos meatus, per quos magna ex parte tranſmittatur. Siquis porro hic illud ſibi fingere volet; lumen non utique ab aere, ſed ab extremis vitri partibus, in ipſa ſuperficie ejus ſitis,

ſitis, reflecti; difficultas tamen eadem manebit: præterquam quod ea ſuppoſitio neque intellectu capi poteſt, atque etiam plane falſa eſſe inſuper apparebit, ſi aqua modo, loco aeris, poſt vitrum aliqua in parte apponatur. Etenim eo pacto; quum idonea ſit facta obliquitas radiorum, puta graduum 45 vel 46, qua nimirum ii reflectantur omnes illo in loco, ubi aer vitro adjaceat; utique tranſmittentur magnam quidem partem altero in loco, ubi vitro adjaceat aqua. Ex quo apparet, reflexionem vel tranſmiſſum radiorum, non ex impactione ipſorum in partes vitri, ſed ex conſtitutione aeris & aquæ poſt vitrum jacentis, pendere.

Tertio, Si colores, quos radius luminis per priſma ad foramen in cubiculo tenebricoſo poſitum trajectus exhibeat, incidant deinceps ſuo quiſque ordine in aliud priſma majori interjecto intervallo ita collocatum, ut id eos omnes conſimili obliquitate excipiat; utique ſecundi illius priſmatis ad radios ſibi incidentes ea poterit eſſe facta inclinatio, ut radii cærulei inde reflectantur univerſi, & tamen rubri (eadem plane obliquitate incidentes) ſatis copioſe tranſmittantur. Jam, ſi reflexio efficiatur impactione radiorum in partes aeris aut vitri; id mihi exinde oſtendas velim, qui fiat ut, cum radii omnes una eademque obliquitate incidere ponantur; cærulei quidem ſe in partes iſtas impingant univerſi, adeoque omnes reflectantur; & tamen rubri eodem loci in ſatis multos meatus incurrant, quo tranſmittantur plurimi.

Quarto, Ubi duo vitra ſe contingunt inter ſe; nulla fit reflexio, quæ quidem ſenſu percipi poſſit; uti in prima obſervatione dictum eſt. Et tamen nihil cauſæ video, quominus radii impingere ſe debeant perinde in partes vitri vitro contiguas, ac contiguas aeri.

Quinto, Cum ſummitas bullæ aquæ, (in 17ma obſervatione,) continua ſubſidentia & exhalatione aquæ, valde tenuis erat facta; lumen perexiguum adeo, & ſub ſenſum vix cadens, inde reflectebatur, ut ea valde nigra appareret;

Digitized by Google

quanquam eodem quidem tempore, in partibus circumcirca maculæ iſti nigræ adjacentibus, ubi videlicet craſſior erat aqua, reflexio adeo fortis erat, ut aquam valde albam exhiberet. Neque vero in minima ſolummodo craſſitudine, verum etiam in aliis permultis tenuium laminarum vel bullarum craſſitudinibus continua proportione excreſcentibus, abeſt omnis ſenſibilis reflexio: nam in obſervatione 15ta radii uno eodemque colore, tranſmittebantur in una craſſitudine, & in alia reflectebantur, per innumerabiles vices alternas. Attamen in ſuperficie corporis tenuis, qua parte id unius cujuſvis ſit craſſitudinis, omnino nihilo pauciores ſunt partes in quas radii ſe impingant, quam qua parte id alia quavis ſit craſſitudine.

Sexto, Si reflexio efficeretur impactione radiorum in ipſas partes corporum; utique nullo pacto fieri poſſet, ut tenues laminæ vel bullæ una eademque ſui parte reflecterent radios uno colore, & tranſmitterent radios alio colore; quomodo faciunt in obſervationibus 13tia & 15ta. Neque enim ullo modo concipi aut fingi poteſt, caſu & fortuito ita evenire poſſe, ut alio in loco radii cærulei (exempli gratia) in ipſas corporis partes ſe impingant, & rubri omnes incurrant in meatus; alio autem in loco, ubi corpus vel paulo craſſius vel paulo tenuius fuerit, jam e contrario radii cærulei incurrant in meatus ejus, rubri autem impingant ſe in ipſas partes.

Denique, Si radii luminis reflecterentur impingendo ſe in ſolidas corporum partes; reflexiones eorum a politis corporum ſuperficiebus, non poſſent eſſe tam accuratæ tamque ad certam normam directæ, quam reapſe ſunt. Etenim quum vitrum arena, vel ſtanno uſto, vel pulvere Samio politur; exiſtimari utique non poteſt, corpora ea, perfricando & atterendo vitrum, efficere poſſe ut minimæ ipſius particulæ accurate læves & perpolitæ fiant univerſæ; adeo ut ſuperficies earum omnes, vere ſint planæ, aut vere ſphæricæ, eodemque omnes ſpectent, unamque omnes plane æquabilem

Digitized by Google

lem conſtituant ſuperficiem. Quanto minores erunt particulæ pulverum iſtorum; tanto minores quidem eſſe debebunt raſuræ, quibus ii vitrum perpetuo interradent & atterent, uſquedum id expolitum ſit: verum, quantumvis exiguæ illæ fuerint, non poterunt tamen vitri faciem alia ulla ratione complanare & coæquare, quam deterendo id & deradendo, & partes ejus prominentes defricando; adeo ut perpolire vitrum, nihil aliud ſit niſi aſperitatem ejus eatenus adradendo minuere & lævigare, quoad raſuræ in ſuperficie ipſius minutiores ſint factæ, quam ut oculis cerni queant. Quare, ſi lumen reflecteretur impingendo ſe in ſolidas partes vitri; utique diſpergi deberet id quaquaverſum a vitro accuratiſſime perpolito, æque ac ab aſperrimo. Manet itaque quæſtio illa, nondum plane expedita; qui fiat ut vitrum pulveribus adradentibus expolitum, tamen lumen tam ad certam normam reflectat, quam revera facit. Atque hæc quidem quæſtio non videtur aliter expediri poſſe, quam ſi dicamus radii cujuſvis reflexionem effici, non utique ab uno corporis reflectentis puncto, ſed vi aliqua per totam corporis ſuperficiem æquabiliter diffuſa; qua nimirum id in radium ita agat, ut tamen illum non contingat immediate. Nam corporum partes, interjecto licet aliquo intervallo, agere tamen in radios luminis; id vero deinceps oſtendetur.

Jam autem, ſi luminis reflexionis cauſa, non impactioni radiorum in ſolidas corporum partes, ſed alii alicui rei tribuenda eſt; erit porro illud exinde veriſimillimum, qui radii impingant ſe in ſolidas corporum partes, utique non reflecti eos, ſed reſtingui intra ipſa corpora & intercidere penitus. Alioqui enim duo nobis eſſent fingenda reflexionis genera. Et vero, ſi reflecterentur radii, quotquot ſe in interiores aquæ vel cryſtalli pellucidæ particulas impingant; forent ſane corpora iſta, non pellucida plane, ſed colore nubilo ac eluto. Porro, quo corpora videantur nigra, neceſſe eſt ut permulti radii intercipiantur, reſtinguantur,

Digitized by Google

& intra ipſa intercidant; veri autem non videtur ſimile, radiorum ullos reſtingui & intercidere poſſe, niſi qui in ipſas corporum partes ſeſe impingant.

Atque hinc quidem id inſuper intelligi poteſt; corpora multo eſſe rariora, multoque plures intra ſe meatus habere, quam vulgo exiſtimatur. Utique aqua 19 partibus levior eſt, & conſequenter 19 partibus rarior, quam aurum. Aurum autem ipſum tam eſt rarum, ut & facillime nulloque objecto impedimento effluvia magnetica per ſe tranſmittat, & argentum vivum facile in meatus ſuos recipiat, & ipſam etiam aquam per ſe tranſmittat. Nam globus ex auro concavus, aqua repletus, ac probe ſerruminatus, & deinceps magna vi compreſſus, exſudavit aquam, (uti ex teſte oculato quidem accepi,) & innumeris guttulis exiguis tanquam rorulentus undique ſtillavit; tametſi aurum ipſum interea nihil omnino rimæ egerit. Ex quibus omnibus efficitur, ut aurum plus habeat meatuum inter partes ſuas ſolidas, quam partium ſolidarum quibus meatus interjacent; & conſequenter ſpatium vacuum in meatibus aquæ, ſpatium partibus ſolidis occupatum amplius quadragies ſuperet. Et quicunque hypotheſin aliquam excogitaverit, qua aqua tam queat rara eſſe, nec tamen ulla vi comprimi poſſit; poterit is ſane, ex eadem hypotheſi, aurum & aquam, aliaque omnia corpora, tanto adhuc rariora, quantum ſibi ipſi libuerit, effingere. Adeo ut jam ſatis admodum ſit ſpatii in corporibus omnibus pellucidis, qua lumen tranſitum ſibi per ea liberum atque apertum reperiat.

Magnes virtutem qua in ferrum agit, ſine ulla diminutione aut alteratione, integram tranſmittit per corpora omnia non magnetica, nec candentia; ut aurum, argentum, plumbum, vitrum, aquam. Vis gravitans Solis, tranſmittitur integra per ingentia planetarum corpora; ita ut eadem vi eiſdemque legibus, ad ipſa uſque centra, in omnes eorum partes agat, ac ſi partes

tes

Digitized by Google

tes illæ interiores reliquo planetæ corpore non eſſent circundatæ. Et radii luminis, ſive ſint illi exigua projecta corpuſcula, ſive motus ſolummodo vel vis aliqua propagata, moventur in lineis rectis; radiuſque, cum ſemel, cujuſvis rei oppoſitu, de via deflectatur, nunquam iterum, niſi forte caſu aliquo, in eandem lineam rectam reverti poterit: attamen lumen per ſolida corpora pellucida in lineis rectis ad longa uſque intervalla tranſmittitur. Qui fieri queat, ut corpora ſatis habeant meatuum ad hos effectus obtinendos, difficile quidem eſt conceptu; at nequaquam impoſſibile. Etenim, ut ſupra expoſitum eſt, colores corporum oriuntur ex eo, quod particulæ ipſorum reflectentes, certis ſint magnitudinibus. Jam ſi particulas iſtas ita diſpoſitas concipiamus, ut inter eas tantum intervallorum ſive meatuum interjaceat, quantum ſint ipſæ particulæ; ipſaſque porro ita ex aliis multo minoribus particulis compoſitas eſſe, ut minores illæ particulæ habeant & ipſæ interjectum ſibi meatuum tantum, quantum ſunt ipſæ particulæ; haſque ipſas ſimiliter, ita ex aliis multo adhuc minoribus particulis compoſitas eſſe, ut illæ adhuc minores particulæ habeant & ipſæ interjectum ſibi meatuum tantum, quantum ſunt ipſæ particulæ; & ſic deinceps, donec ad ſolidas demum particulas deveniatur, quæ nullos omnino habeant in ſe meatus: ſintque in aliquo corpore tres, puta, hujuſmodi particularum gradus; quorum ultimus ſit earum, quæ minimæ ſint & plane ſolidæ: utique id corpus ſepties tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Quod ſi quatuor hujuſmodi fuerint particularum gradus, quorum ultimus ſit minimarum & plane ſolidarum; jam corpus decies & quinquies tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Si quinque fuerint particularum gradus; corpus tricies & ſemel tantum habebit meatuum, quam quantum partium ſolidarum. Si ſex gradus; corpus ſexagies & ter tantum habebit meatuum, quam quan-

quantum partium ſolidarum : & ſic deinceps. Quin etiam aliæ adhuc eſſe poſſunt in interiori corporum fabricatione nobis nondum cognita rationes, quibus effici quea ut multo etiam adhuc plus meatuum in corporibus ineſſe poſſit.

PROPOSITIO IX.

Corpora reflectunt & refringunt lumen una eademque vi, diverſe in diverſis circumſtantiis ſe exerente.

APparet hoc permultis ex rebus. Primo, Quia cum lumen e vitro in aerem qua poſſit ſumma cum obliquitate tranſit; ſi jam deinceps paulo adhuc obliquius incidat, reflectitur continuo in totum. Etenim vitri vis, poſtquam refregerit lumen quam potuerit obliquiſſime; ſi id deinceps adhuc obliquius incidat, fortior exinde evadet, quam ut radiorum ullos tranſire permittat; & conſequenter reflectit eos ex toto. Secundo, Quia lumen in tenuibus vitri lamellis reflectitur per multas vices & tranſmittitur alternis, pro eo ac craſſitudo lamellæ in progreſſione arithmetica excreſcat. Hic enim, utrum vis qua vitrum in lumen agit, efficiat ut id reflectatur, an vero ut tranſmittatur permittat; pendet utique ex craſſitudine vitri. Tertio denique, Quia quæ corporum pellucidorum ſuperficies vim refringentem maximam habent, eæ itidem plurimum luminis reflectunt; quomodo in prima propoſitione oſtenſum eſt.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITIO X.

Si lumen celerius ſit in corporibus quam in inani, ea proportione, quæ eſt ſinuum qui corporum refractionem metiuntur; erunt utique vires corporum ad reflectendum & refringendum lumen, proportionales corporum ipſorum denſitatibus quamproxime; excepto quod corpora unctuoſa & ſulphuroſa, refringant plus quam alia corpora, quæ ſint eadem denſitate.

Repræſentet A B, [*Fig.* 8.] corporis cujuſvis ſuperficiem planam refringentem; & I C, radium incidentem ei in C valde oblique; adeo ut angulus A C I ſit quaſi infinite parvus; & eſto C R radius refractus. Tum a dato puncto B, demitte lineam refringenti ſuperficici perpendicularem B R, quæ radio refracto C R occurrat in R. Jamque ſi C R repræſentet motum radii refracti; iſte autem motus diſtinguatur in binos motus C B & B R, quorum quidem C B parallelus ſit plano refringenti, B R autem eidem perpendicularis; utique C B repræſentabit motum incidentis radii, B R autem motum refractione generatum; ſicuti expoſuerunt nuperi de re optica ſcriptores. TAB. II.

Jam ſiquod corpus, vel res quæcunque, interea dum movetur per ſpatium datæ latitudinis duobuſque planis inter ſe parallelis utrinque terminatum, urgeatur prorſum in omnibus partibus iſtius ſpatii, viribus directo verſus poſterius planum tendentibus; & antequam incideret in prius planum, motu vel nullo vel infinite parvo fuerit eo verſus delatum: ſique vires in omnibus partibus iſtius ſpatii inter bina plana jacentibus, ſint, in æqualibus quidem intervallis ab iſtis planis, æquales inter ſe; in inæqualibus autem intervallis, majores vel minores ſecundum quamlibet datam proportionem: Utique motus viribus iſtis generatus in toto tranſitu corporis vel rei antedictæ per id ſpatium, erit in ſubduplicata proportione virium; ut mathematici facile

 quidem

Digitized by Google

quidem intelligent. Quamobrem ſi ſpatium activitatis refringentis ſuperficiei cujuſvis corporis, ſit nimirum illud ſpatium; debebit motus radii luminis, generatus vi refringente corporis inter tranſitum radii per id ſpatium, hoc eſt motus B R, eſſe in ſubduplicata proportione iſtius vis refringentis. Erit itaque quadratum lineæ B R, & conſequenter vis refringens corporis, ut denſitas ipſius corporis quamproxime. Hoc autem apparebit ex ſequenti tabula: in qua proportio ſinuum, qui diverſorum corporum refractiones metiuntur; quadratum lineæ B R, poſito quod C B ſit 1; denſitates corporum, ex ſpecifica ipſorum gravitate æſtimatæ; eorumque vis refractiva, reſpectu denſitatum ſuarum; in diverſis columnis deſcripta ſunt.

Corpora

Digitized by Google

Corpora refringentia.	Proportio ſinuum incidentiæ & refractionis luminis flavi.	Quadratum lineæ BR, cui proportionalis eſt vis refringens corporis.	Denſitas & ſpecifica gravitas corporis.	Vis refringens corporis, reſpectu denſitatis ſuæ.
Pſeudo-topazius, lapis naturalis, pellucidus, fragilis, hirſutus, & coloris flavi.	23 ad 14	1'699	4'27	3979
Aer.	3201 ad 3200	0'000625	0'0012	5208
Vitrum antimonii.	17 ad 9	2'568	5'28	4864
Selenites.	61 ad 41	1'213	2'252	5386
Vitrum commune.	31 ad 20	1'4025	2'58	5436
Cryſtallus de rupe.	25 ad 16	1'445	2'65	5450
Cryſtallus Iſlandica.	5 ad 3	1'778	2'72	6536
Sal Gemmæ.	17 ad 11	1'388	2'143	6477
Alumen.	35 ad 24	1'1267	1'714	6570
Borax.	22 ad 15	1'1511	1'714	6716
Nitrum.	32 ad 21	1'345	1'9	7079
Vitriol. Dantzicum.	303 ad 200	1'295	1'715	7551
Oleum vitrioli.	10 ad 7	1'041	1'7	6124
Aqua pluvia.	529 ad 396	0'7845	1.	7845
Gummi arabicum.	31 ad 21	1'179	1'375	8574
Spiritus vini rectificatus.	100 ad 73	0'8765	0'866	10121
Camphora.	3 ad 2	1'25	0'996	12551
Olivum.	22 ad 15	1'1511	0'913	12607
Oleum ex lini ſemine.	40 ad 27	1'1948	0'932	12819
Spiritus reſinæ terebinthinæ.	25 ad 17	1'1626	0'874	13222
Electrum.	14 ad 9	1'42	1'04	13654
Adamas.	100 ad 41	4'949	3'4	14556

 Refra-

Digitized by Google

Refractio aeris in hac tabula, eſt refractio atmoſphæræ ab Aſtronomis obſervata. Nam ſi lumen tranſeat per multa refringentia corpora, ſive media, gradatim invicem denſiora, & ſuperficiebus inter ſe parallelis terminata; utique ſumma omnium refractionum, æqualis erit uni refractioni ei, quæ eſſet futura luminis immediate e primo medio in ultimum tranſeuntis. Hocque perinde verum erit; etiamſi corporum refringentium numerus adaugeatur infinite, eorumque diſtantiæ inter ſe tantundem minuantur, adeo ut lumen jam refringi fingatur in ſingulis trajectus ſui punctis, continuiſque illis refractionibus in lineam plane curvam inflectatur. Quamobrem tota refractio luminis inter tranſeundum per atmoſphæram ab altiſſima & rariſſima ejus parte ad uſque infimam & denſiſſimam, æqualis eſſe debet refractioni ei, quæ eſſet futura luminis ſimili obliquitate tranſeuntis immediate ex inani in aerem qui ſit pari denſitate ac infima pars atmoſphæræ.

Jam quidem ex hac tabula; ſi refractiones pſeudo-topazii, ſelenitis, cryſtalli de rupe, cryſtalli Iſlandicæ, vitri communis, (hoc eſt, arenæ colliquefactæ,) & vitri antimonii, (quæ ſunt concreta terreſtria, lapidea, alcalizata;) atque aeris, (qui, ut probabile eſt, generatur fermentatione ex iſtiuſmodi corporibus;) comparentur inter ſe: apparebit corpora iſta, quamvis denſitate valde inter ſe differentia, tamen vires habere refractivas eadem fere proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; (excepto quod refractio miræ illius ſubſtantiæ, cryſtalli Iſlandicæ, paulo major ſit quam reliquorum:) & nominatim aerem, qui eſt 3500 partibus rarior quam pſeudo-topazius, & 4400 partibus rarior quam vitrum antimonii, & 2000 partibus rarior quam ſelenitis, vitrum commune, aut cryſtallus de rupe; non obſtante tanta illa raritate, vim tamen refractivam, pro ratione quidem denſitatis ſuæ, eandem plane habere, ac habent ſibi illæ valde denſæ ſubſtantiæ; excepto quatenus iſtæ quidem differant inter ſe.

Rurſum,

Digitized by Google

Rurſum, ſi refractiones camphoræ, olivi, olei ex lini ſemine, ſpiritus reſinæ terebinthinæ, & electri, (quæ ſunt corpora pinguia, ſulphurea, unctuoſa;) atque adamantis, (qui, ut probabile eſt, ſubſtantia eſt unctuoſa coagulata,) comparentur itidem inter ſe: apparebit ſimiliter hæc quoque corpora vires habere refractivas eadem fere proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; ſine ulla quidem variatione notatu digna. At vero vires illæ refractivæ corporum horum omnium unctuoſorum, pro ſuæ quidem cujuſque denſitatis ratione, duplo vel triplo majores ſunt, quam vires refractivæ corporum antedictorum cum ſuis itidem ſingulorum denſitatibus comparatæ.

Aqua vim refractivam intermediam quandam habet inter bina illa ſubſtantiarum genera; &, ut veriſimile eſt, mediæ eſt inter utrumque naturæ. Nam ex ea quidem oritur plantarum omnium animaliumque materia; quæ conſtant tam ex partibus ſulphureis, pinguibus, & flammæ concipiendæ aptis, quam ex terreſtribus, macris, & alcalizatis.

Sales & vitriola vires refractivas intermedias habent, inter corporum terreſtrium & aquæ; & perinde compoſita ſunt ex duabus iſtis ſubſtantiis. Nam ſpiritus ipſorum diſtillando utique & rectificando, abeunt magnam partem in aquam; pars autem magna ſupereſt, ſpecie ac forma terræ ſiccæ & fixæ & ad vitrificandum aptæ.

Spiritus vini vim refractivam mediam habet inter eam quæ eſt aquæ, & eam quæ eſt corporum oleoſorum; & perinde ex utriſque videtur compoſitus, fermentatione utique in unum conjunctis; aqua nimirum, ope ſpirituum quorundam ſalinorum quibus imbuta eſt, diſſolvente oleum, idque per iſtam actionem volatizante. Etenim ſpiritus vini, flammæ concipiendæ aptus fit per partes ſuas oleóſas; & diſtillatus ſæpe ex ſale tartari, fit ſingulis diſtillationibus magis magiſque aquoſus & phlegmatis plenus. Et chymici obſervant, herbas (ut lavendulam, rutam, majoranam, &c.) diſtillatas per ſe, ante fermentandum dare utique

Digitized by Google

olea ſine ſpiritibus ardentibus; poſt fermentandum autem, ſpiritus ardentes ſine oleis: ex quo apparet, oleum ipſarum converti in ſpiritum fermentatione. Præterea comperiunt chymici, ſi olea herbis fermentantibus affundantur parva portione, diſtillare ea deinceps poſt fermentandum, ſpecie ac forma ſpirituum.

Ita, ex tabula præcedente, videntur corpora omnia vires habere refractivas eadem aut fere eadem proportione inter ſe, ac ipſas denſitates ſuas; excepto quatenus particularum ſulphurearum oleoſarumque abundantia vel defectu, vis ea adaucta ſit vel imminuta. Atque hinc quidem rationi videtur conſentaneum, ut corporum omnium vis refractivæ cauſam, particulis ſuis ſulphureis maxima ſane ex parte, ſi non etiam in totum, attribuamus. Veri enim ſimillimum eſt, ineſſe in omnibus corporibus partes ſulphureas; in aliis quidem majori portione, in aliis minori. Ut autem lumen vitro uſtorio coactum, agit fortiſſime in corpora ſulphuroſa, quo ea in ignem & flammam convertantur; ſic, quando omnis quidem actio eſt reciproca, ſulphura agere debent fortiſſime itidem in radios luminis. Nam actionem quidem, quæ eſt inter lumen & corpora, reciprocam eſſe, etiam vel hinc apparere poterit; quod, ut quodque corpus denſiſſimum eſt, radioſque fortiſſime refringit & reflectit; ita ipſum in Sole æſtivo, actione luminis refracti vel reflexi, itidem maxime calefiat.

Hactenus vim reflectendi & refringendi, quæ in corporibus ineſt, expoſui; oſtendique tenues pellucidas lamellas, fibras, ac particulas, pro ſua cujuſque craſſitudine ac denſitate, reflectere quidem radios diverſorum generum, indeque varios colores exhibere; & conſequenter, ad producendos omnes corporum naturalium colores, nihil utique aliud opus eſſe, niſi certas particularum ſuarum pellucentium magnitudines ac denſitates. Verum cauſa ac ratio efficiens, qua iſtæ lamellæ, fibræ, ſive particulæ, pro ſua quidem cujuſque craſſitudine ac denſitate, reflectant eo

pacto

Digitized by Google

pacto radios diverſorum generum; ea demum quæ ſit, nondum explicavi. Ut huic igitur rei deinceps explicandæ, & ſequenti hujus libri parti intelligendæ, viam porro ſternam; paucas amplius propoſitiones ſub finem hujus partis hic apponam. Quæ hactenus propoſitæ fuerunt, erant de corporum quidem natura; quæ ſequuntur deinceps, erunt de natura luminis: nam amborum quidem naturam probe intellectam oportet, antequam, actiones ipſorum mutuæ quibus ex cauſis pendeant, intelligi queat. Quoniam autem propoſitio proxime antecedens, pendebat de velocitate luminis; congruum erit ut incipiamus jam deinceps a propoſitione, quæ ſit de eadem adhuc luminis proprietate.

Propositio XI.

Lumen propagatur ſpatio temporis, a corporibus lucidis; impenditque in tranſitu ſuo de Sole in Terram, ad ſeptem circiter vel octo minuta.

Obſervavit hoc primus, *Roemerus*; deinde & alii; ope eclipſium Jovis ſatellitum. Iſtæ enim eclipſes, quum Terra inter Solem & Jovem interpoſita ſit, accidunt circiter ſeptem vel octo minutis citius; quam ſecundum tabulas accidere debent; quum autem Terra ſit ex adverſo Jovi ultra Solem oppoſita, tum illæ circiter ſeptem vel octo minutis tardius, quam ſecundum tabulas, accidunt: ea videlicet de cauſa, quod lumen ſatellitum in poſteriori caſu, ſpatium tota orbis magni diametro longius, quam in caſu priori, emetiatur. Poterunt quidem aliquæ inæqualitates temporis, ex orbium iſtorum ſatellitum excentricitatibus oriri; at vero eæ non poterunt in omnibus ſatellitibus, & in omnibus temporibus, reſpondere poſitioni & diſtantiæ Telluris a Sole. Præterea, medii quidem motus ſatellitum Jovis, celeriores ſunt inter deſcenſum ejus ab aphelio ſuo ad perihelium, quam inter aſcenſum ejus

Digitized by Google

ejus in altera orbis ſui parte: verum neque hæc inæqualitas quicquam omnino conjuncta eſt cum poſitione Terræ; ipſaque inſuper, in tribus interioribus quidem ſatellitibus, minor eſt quam quæ ſenſu percipi queat, uti, ex gravitatis ipſorum theoria, poſito calculo, comperi.

PROPOSITIO XII.

Omnis radius luminis in tranſmiſſu ſuo per quamlibet ſuperficiem refringentem, nanciſcitur conſtitutionem quandam ſeu diſpoſitionem tranſitoriam, quæ in radii progreſſu æqualibus revertitur intervallis, efficitque ut is in ſingulis diſpoſitionis iſtius acceſſibus, tranſmittatur facilius per ſuperficiem refringentem proxime deinceps objectam; in ſingulis autem ejuſdem intermiſſibus ſive intervallis, reflectatur facilius ab ejuſmodi ſuperficie.

APparet hoc ex obſervationibus 5ta, 9na, 12ma, & 15ta. Liquet enim ex iſtis obſervationibus, radios unius ejuſdemque generis, in tenuem quamlibet & pellucidam lamellam æqualibus plane angulis incidentes, reflecti & tranſmitti alternis per multas vices, prout craſſitudo lamellæ adaucta ſit in progreſſione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c. Adeo ut, ſi prima reflexio (qua nimirum annulorum coloratorum ibi deſcriptorum primus ſive intimus efficitur) fiat in craſſitudine 1, futurum ſit ut radii tranſmittantur in craſſitudinibus 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c.; eoque pacto maculam centralem annuloſque lucidos per tranſmiſſionem viſos conforment: reflectantur autem in craſſitudinibus 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. eoque pacto effingant annulos per reflexionem viſos. Atque hæc quidem alterna reflexio ac tranſmiſſio, quomodo ex 24ta quidem obſervatione collegi, amplius centenas vices adimplent. Immo, ex obſervationibus in ſequenti parte hujus

Digitized by Google

hujus libri deſcribendis, vices ſuas alternant ad plura millia; propagatæ nimirum ab una ſuperficie laminæ vitreæ ad alteram, quamvis craſſitudo ejus ſit amplius $\frac{1}{4}$ unciæ: adeo ut vices hæ alternæ, revera in omnem diſtantiam, ſine fine aut limite, ab omni ſuperficie refringente, propagari videantur.

Pendet hæc alterna reflexio ac refractio, ab utraque ſuperficie cujuſque tenuis lamellæ; pendet enim ex diſtantia ipſarum inter ſe. Item in obſervatione 21ma, ſi alterutra ſuperficies tenuis lamellæ lapidis ſpecularis madefiat; colores alterna reflexione ac refractione exhibiti, langueſcunt continuo; ac proinde reflexio illa & refractio alterna, pendet ex ambabus ſuperficiebus.

Atque hinc porro conſequens eſt, effici eam in ſecunda ſuperficie. Si enim in prima ſuperficie efficeretur, antequam radii ad ſecundam pervenirent; utique non penderet ex ſecunda.

Adhæc, pendet quodam modo ex actione vel diſpoſitione aliqua, propagata a prima ſuperficie ad ſecundam: alioqui enim, jam in ſecunda ſuperficie, non penderet ex prima. Ea autem actio ſive diſpoſitio ita propagatur, ut æquis perpetuo intermittat & revertatur intervallis: efficit enim in omni progreſſu ſuo, ut radius, certa interjecta diſtantia a prima ſuperficie, reflectatur ex ſecunda; alia autem interjecta diſtantia, tranſmittatur: idque æqualibus intervallis, & per innumeras vices. Denique, quoniam hæc diſpoſitio radii ita eſt comparata, ut is reflectatur in diſtantiis 1, 3, 5, 7, 9, &c.; tranſmittatur autem in diſtantiis 0, 2, 4, 6, 8, 10, &c.; (nam ejus tranſmiſſio per primam ſuperficiem, fit in diſtantia 0; & tranſmittitur is per ambas quidem ſimul, ſi illarum diſtantia inter ſe ſit infinite parva, vel etiam multo minor quam 1:) ideo diſpoſitio ea, qua fit ut radius tranſmittatur in diſtantiis 2, 4, 6, 8, 10, &c. exiſtimanda eſt reverſio ejuſdem diſpoſitionis, quam habebat is initio in diſtantia 0, hoc eſt, cum tranſmitteretur per

Digitized by Google

primam ſuperficiem refringentem. Quæ quidem omnia id efficiunt, quod erat mihi comprobandum.

Actio autem hæc ſive diſpoſitio, qualis tandem ſit; utrum conſiſtat in motu quodam circulatorio, an vibratorio, radii ipſius, vel etiam medii; an plane alia aliqua ex cauſa pendeat; in id vero ego hic non inquiro. Qui hoc in animum ſuum inducere non poſſunt, ut quicquam novi aut recens inventi accipiant, quod nequeant continuo hypotheſi aliqua explicare; his in præſentia illud quidem ſibi fingere licebit. Ut lapides in aquam incidentes, excitant in aqua motum quendam undulantem; & corpora omnia, percuſſu ſuo, vibrationes cient in aere: ita radios luminis, impingendo ſe in ſuperficiem quamlibet refringentem vel reflectentem, excitare ſcilicet vibrationes quaſdam in medio ſive ſubſtantia refringente vel reflectente; eaſque excitando, agitare utique partes ſolidas corporis refringentis vel reflectentis; eoque pacto efficere, ut corpus id quodammodo incaleſcat: porro, vibrationes hoc modo excitatas, propagari inde in medio ſive ſubſtantia refringente vel reflectente, eodem fere modo ac vibrationes ad efficiendum ſonum propagantur in aere; moverique eas velocius utique quam ipſos radios, adeo ut illos antevertant: cumque radius aliquis ſit in ea videlicet vibrationis parte, quæ cum motu ſuo conſpiret; tum eum per ſuperficiem refringentem facile tranſmitti: cum autem ſit in contraria vibrationis parte, quæ ſcilicet motui ſuo obſiſtat; tum eum facile reflecti: & conſequenter radium unumquemque ita eſſe comparatum, ut, vibrationibus ſingulis cum prævertentibus, reflectatur is facilius, vel facilius tranſmittatur, vicibus alternis. Verum, utrum hæc hypotheſis vera ſit necne; in id, inquam, ego hic non inquiro. Satis habebo, illud ipſum jam inveniſſe, utique luminis radios ita eſſe comparatos, ut aliqua ex cauſa alternatim reflectantur facilius, & facilius refringantur, per multas vices.

D E F I-

Digitized by Google

DEFINITIO.

Acceſſus ſive reverſiones diſpoſitionis iſtius; qua fit ut quilibet radius facilius reflectatur, appello ejus vices facilioris reflexionis: *Reverſiones autem diſpoſitionis iſtius, qua fit ut idem facilius tranſmittatur, appello ejus* vices facilioris tranſmiſſus *Et ſpatium quod inter ſingulas ejuſdem vicis reverſiones intercedit, appello* intervallum vicium.

PROPOSITIO XIII.

Cauſa, quamobrem ſuperficies corporum omnium craſſorum pellucentium, luminis ſibi incidentis partim reflectant, partim refringant, hac eſt; quod radiorum alii, quo tempore incidunt, ſint in vicibus facilioris reflexionis; alii autem, in vicibus facilioris tranſmiſſus.

COlligi poteſt hoc ex 24ª obſervatione; ubi lumen tenuibus aeris & vitri laminis reflexum, quod nudo oculo æquabiliter in totis laminis album fuerat viſum, in eiſdem tamen per priſma inſpectis undulatum videbatur, & in permultos lucis ac tenebrarum ordines pro alternis facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vicibus digeſtum: priſmate nimirum ſeparante & diſtinguente undas, ex quibus compoſitum erat id album reflexum lumen; quomodo ſupra eſt explicatum.

Atque hinc quidem ſequitur, lumen, etiam antequam in corpora pellucida incidat, vices ſuas habere facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. Utique veriſimillimum eſt, id vices iſtas tum nanciſci, cum e corporibus lucidis primum emittitur; illaſque per totum ſuum progreſſum uſque retinere. Sunt enim hæ vices natura ſua durabiles; uti ex ſequenti parte hujus libri amplius apparebit.

In hac propoſitione, pono corpora pellucida eſſe craſſa: quoniam ſi craſſitudo corporis multo ſit minor, quam eſt

 interval-

Digitized by Google

intervallum vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus radiorum; amittit id corpus vim ſuam reflectentem. Si enim radii, qui, cum in aliquod corpus ingrediuntur, ſubeunt vices ſuas facilioris tranſmiſſus, perveniant ad poſteriorem corporis iſtius ſuperficiem, antequam vices iſtas deponant; utique tranſmittantur oportebit. Atque ea quidem cauſa eſt, quamobrem bullæ aquæ, quum valde tenues factæ ſint, vim ſuam reflectentem amittant; & corpora omnia opaca, quum in partes valde exiguas ſint comminuta, pellucida evadant.

PROPOSITIO XIV.

Quæ corporum pellucentium ſuperficies, radium qui ſit in vice facilioris refractionis, refringunt fortiſſime; eæ eundem, ſi ſit in vice facilioris reflexionis, reflectunt faciilime.

ETenim oſtendimus ſupra, (in prop. 8.) cauſam reflexionis non utique impactionem eſſe luminis in partes corporum ſolidas & impervias, ſed aliam aliquam vim qua iſtæ partes ſolidæ agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo. Oſtendimus quoque, (in prop. 9.) corpora reflectere & refringere lumen una eademque vi diverſe in diverſis circumſtantiis ſe exerente: &, (in prop. 1.) quæ ſuperficies refringunt fortiſſime, eas plurimum itidem luminis reflectere. Quæ quidem omnia conjuncta, & inter ſe collata, evincunt & comprobant, cum hancce propoſitionem, tum & præcedentem.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITIO XV.

In radiis cujuſvis unius & ejuſdem generis, emergentibus in quovis angulo e quavis refringente ſuperficie, in quodvis unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quamproxime, ut rectangulum Secantis anguli refractionis, & Secantis alius cujuſdam anguli, cujus ſinus videlicet ſit prima ex 106 *arithmeticis mediis proportionalibus inter ſinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a ſinu refractionis.*

Manifeſtum eſt hoc ex 7ma & 19na obſervationibus.

PROPOSITIO XVI.

In radiis diverſorum generum, emergentibus in æqualibus angulis e quavis refringente ſuperficie, in unum idemque medium; intervalla ſequentium vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, ſunt, vel accurate, vel quamproxime, ut radices cubicæ quadratorum longitudinum chordæ, quæ ſonent notas illas muſicas in octava, ſol, la, fa, ſol, la, mi, fa, ſol, *una cum gradibus ſuis omnibus intermediis, ad colores radiorum illorum reſpondentibus, ſecundum eam ſimilitudinem proportionum, quam in ſeptimo experimento ſecundæ partis primi libri expoſuimus.*

Manifeſtum eſt hoc, ex obſervationibus 13tia & 14ta.

Digitized by Google

PROPOSITIO XVII.

Si radii unius cujuſvis generis, tranſeant in diverſa media ad perpendiculum; intervalla vicium ſuarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus in quovis uno medio, erunt ad earundem intervalla in alio quovis medio, ut ſinus incidentiæ ad ſinum refractionis radiorum tranſeuntium e primo duorum iſtorum mediorum in ſecundum.

Manifeſtum eſt hoc ex 10ma obſervatione.

PROPOSITIO XVIII.

Si radii qui exhibent colorem in confinio flavi atque aurei interjacentem, tranſeant ad perpendiculum e quovis medio in aerem; intervalla vicium ſuarum facilioris reflexionis, fiunt $\frac{1}{89000}$ pars unciæ. Et ejuſdem quoque longitudinis ſunt intervalla vicium ſuarum facilioris tranſmiſſus.

Apparet hoc ex 6ta obſervatione.

Ex his propoſitionibus facile eſt colligere, quanta ſint intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus radiorum cujuſvis generis refractorum in quovis angulo in quodvis medium; indeque cognoſcere, utrum futurum ſit ut iidem radii, cum deinceps in quodvis aliud medium pellucidum incidant, reflecti porro debeant, an tranſmitti. Quæ quidem res, quoniam ad ſequentem hujus libri partem recte intelligendam permultum conferet, congruum erat ut hoc in loco exponeretur. Eandemque porro ob cauſam, binas ſequentes quoque adjeci propoſitiones.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITIO XIX.

Si radii cujuſvis generis, incidentes in ſuperficiem pol tam medii cujuſvis pellucidi, reflectantur; vices facilioris reflexionis, quas ii habent in puncto reflexionis, revertentur uſque continuis vicibus; earumque reverſiones diſtabunt a reflexionis puncto, ſpatiis quæ ſint in arithmetica progreſſione numerorum 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. inque vicium iſtarum intervallis, erunt radii in vicibus facilioris tranſmiſſus.

ETenim cum vices facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, natura ſint durabili; ſtatiſque antea reverterint intervallis, uſquedum radius ad medium reflectens pervenerit; ibique, ut is reflecteretur, effecerint: nihil ſane cauſæ eſt, quamobrem inde deinceps continuo ceſſarent. Jam vero ſi radius in puncto reflexionis, erat in vice facilioris reflexionis; utique progreſſio ſpatiorum, quibus hæ vices a puncto iſto exinde diſtent, incipiat neceſſe eſt ab 0, ſitque adeo in progreſſione numerorum 0, 2, 4, 6, 8, &c. Ac proinde progreſſio ſpatiorum alterorum, quibus videlicet intermediæ vices facilioris tranſmiſſus diſtent ab eodem puncto, debebit eſſe ſecundum progreſſionem numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, &c. Contra, quam evenit tum, cum hæ vices propagentur a punctis refractionis.

PRO-

Digitized by Google

Propositio XX.

Intervalla vicium facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus, propagatarum a punctis reflexionis in quodvis medium; aequalia ſunt intervallis ſimilium vicium, quas iidem radii ita utique habituri eſſent, ſi refracti forent in idem medium per angulos refractionis aequales angulis ſuis iſtis reflexionis.

ETenim quum lumen reflexum eſt e ſecunda ſuperficie tenuium lamellarum, egreditur deinceps liberrime per primam ſuperficiem, ad conſtituendos annulos colorum eos qui reflexione conſpiciuntur; egrediendoque ita libere, efficit colores annulorum iſtorum clariores fortioreſque, quam ſunt ii qui ex altera parte tenuium lamellarum conſpiciuntur lumine tranſmiſſo. Itaque radii reflexi, ſunt in vicibus facilioris tranſmiſſus tum, cum egrediuntur: quod quidem non ſemper ita eveniret, ſi intervalla vicium intra lamellam poſt reflexionem, non eſſent æqualia, tum longitudine tum numero, intervallis earundem ante reflexionem. Hocque confirmat inſuper proportiones in præcedente propoſitione expoſitas. Nam ſi radii, tum in ingreſſu tum in egreſſu primæ ſuperficiei, ſint in vicibus facilioris tranſmiſſus; vicium autem iſtarum tum intervalla tum numerus, inter primam & ſecundam ſuperficiem, ante & poſt reflexionem, æqualia ſint inter ſe; utique ſpatia, quibus vices facilioris tranſmiſſus diſtant ab utravis ſuperficie, in eadem neceſſe eſt progreſſione ſint poſt reflexionem, ac ante; hoc eſt, a prima ſuperficie quæ tranſmiſit radios, in progreſſione ſint numerorum parium 0, 2, 4, 6, 8, &c.; & a ſecunda quæ eos reflexit, in progreſſione numerorum imparium 1, 3, 5, 7, &c. Verum hæ duæ propoſitiones, ex obſervationibus in ſequenti parte hujus libri exponendis, multo adhuc fient evidentiores.

OPTI-

OPTICES
LIBER SECUNDUS.

PARS IV.

Obſervationes circa reflexiones & colores laminarum craſſarum, pellucentium & politarum.

NULLUM eſt vitrum aut ſpeculum, quantumvis perpolitum, quin, præter lumen quod id refringit vel reflectit regulariter, diſpergat inſuper quoquoverſus lumen quoddam debile; per quod polita ejus facies, quum radio Solis in cubiculum tenebricoſum immiſſo ſit illuminata, facile in omnibus oculi poſitionibus cerni queat. Sunt au-

Digitized by Google

tem luminis hujuſce quaquaverſum diſperſi phænomena quædam, quæ, cum ea primum obſervarem, magnam quidem mihi moverunt admirationem. Quæ obſervaverim, hujuſmodi erant.

Observatio I.

Quum Sol in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{3}$ unciæ latum colluceret, radium luminis intromiſſum excepi ad perpendiculum ſpeculo vitreo concavo-convexo, tornato ad ſphæram pedes quinque unciaſque undecim ſemidiametro complectentem, & argentum vivum convexa ſui facie obtecto. Tum tenens chartam albam opacam, ſive chartæ ſcapum, in centro ſphærarum ad quas tornatum erat ſpeculum; hoc eſt, intervallo circiter pedum quinque & unciarum undecim a ſpeculo; tali nimirum in poſitu, ut radius luminis antedictus in cubiculum tenebricoſum immiſſus, per exiguum deinceps foramen, quod eſſet in medio chartæ, tranſmitteretur ad ſpeculum, indeque ad idem rurſus foramen reflecteretur: chartam, inquam, ita tenens, obſervavi in ea quatuor vel quinque irides concentricas, ſive colorum annulos, arcus cœleſtis ſpeciem habentes, & foramini jam dicto circundatas; eodem fere modo ac annuli illi, qui in quarta & ſequentibus obſervationibus primæ partis hujus ſecundi libri inter bina vitra objectiva viſi ſunt, ambiebant maculam ſuam nigram: erant tamen hi annuli, quam illi, largiores dilutioreſque. Jam quidem hi annuli, pro eo ut in amplitudinem ſe laxabant, dilutiores adhuc languidioreſque evadebant; adeo ut eorum quintus, ſub ſenſum vix caderet: nonnunquam tamen, cum Sol valde clarus colluceret, erant porro ſexti annuli atque etiam ſeptimi languida quædam indicia. Siquando charta diſtaret a ſpeculo, intervallo multo majori multove minori ſex pedum; tum annuli diluti continuo, & evanidi ſunt facti. Item ſi ſpeculum diſtaret a feneſtra, intervallo multo majori quam ſex

ſex pedum; reflexus luminis radius adeo latus continuo erat factus, intervallo ſex pedum a ſpeculo, quo in loco annuli videlicet apparebant, ut annulorum interiorum unus vel alter, ampliata illa radii reflexi latitudine obſcuraretur. Quamobrem ſpeculum, intervallo circiter ſex pedum a feneſtra, collocare ſolitus ſum; ut adeo apud ipſam feneſtram focus vitri incurreret in centrum concavitatis ſuæ ad annulos ſuper charta. Atque hæc quidem ſemper exiſtimanda eſt poſitio ſpeculi, in ſequentibus obſervationibus; niſi ſiquando alia aliqua nominatim exprimatur.

OBSERVATIO II.

Colores harum iridum ſuccedebant invicem a centro extrorſum, eadem ſpecie & ordine, ac illi qui in nona obſervatione primæ partis hujus libri in binis vitris objectivis, non utique reflexu luminis, ſed tranſmiſſu, viſi ſunt. Nam primo, in communi horum annulorum centro, macula erat alba, rotunda, debili lumine, latiorque aliquanto quam ipſe reflexus luminis radius: qui porro radius reflexus, incidebat interdum in mediam illam maculam; interdum autem, parva inclinatione ſpeculi, recedebat a medio maculæ, eamque ad uſque centrum albam conſpiciendam reliquit.

Maculam illam albam proxime ambiebat color leucophæus fuſcior: cui ſucceſſerunt colores primæ iridis. Erant autem hi, ab interiore ſui parte, proxime colorem leucophæum, violaceus & indicus parva portione: deinde cæruleus; qui ab exteriore ſui parte palleſcebat, deſiitque in flavum exiguum virideſcentem: cui porro ſucceſſit flavus clarior; eique demum, ab exteriori iridis limite, ruber; qui ab exteriore ſui parte purpuraſcebat.

Primam hanc iridem proxime ambiebat ſecunda: cujus colores ab intima ſui parte extrorſum, hoc erant ordine diſpoſiti; purpureus, cæruleus, viridis, flavus, ruber clarior,

rior, ruber purpuraſcens.

Huic ſuccedebant proxime colores tertiæ iridis: qui erant ordine extrorſum numerati, viridis purpuraſcens, viridis bonus, & ruber clarior quam præcedentis iridis.

Irides quarta & quinta, videbantur ab interiore ſui parte colorem habere viridem ſubcæruleum; ab exteriori rubrum. Verum in hiſce, colores adeo evanidi erant facti, ut diſcerni vix potuerint.

OBSERVATIO III.

Dimenſus horum annulorum diametros quam potui accuratiſſime ſuper charta, inveni illas quoque eandem inter ſe proportionem habere, ac annulorum in binis vitris objectivis lumine tranſmiſſo exhibitorum. Etenim diametri annulorum quatuor primorum lucidorum, dimenſæ qua parte clariſſimæ erant ipſorum orbitæ, intervallo ſex pedum a ſpeculo, fuerunt $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $3\frac{3}{8}$ unciæ; quorum quidem numerorum quadrata, ſunt in progreſſione arithmetica numerorum 1, 2, 3, 4. Quod ſi macula alba rotunda, quæ eſt in medio, annumeretur una cum annulis; ejuſque lumen in centro, ubi id clariſſimum eſſe videtur, habeatur pro annulo infinite parvo; jam annulorum diametrorum quadrata, erunt in progreſſione 0, 1, 2, 3, 4, &c. Porro, dimenſus obſcurorum quoque annulorum, inter lucidos illos interjacentium, diametros; inveni earum quadrata in progreſſione eſſe numerorum $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, &c. Quippe diametri primorum quatuor ex his annulis, intervallo ſex pedum a ſpeculo, erant $1\frac{1}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{2}{3}$, $3\frac{3}{20}$ unciæ. Quod ſi charta & ſpeculum majori minorive quam diximus, inter ſe diſtarent intervallo; utique & diametri circulorum majores minoreſve erant factæ, ſimili proportione.

Digitized by Google

Observatio IV.

Ex proportionum ſimilitudine, quæ erat inter hoſce annulos, & illos quos in obſervationibus primæ partis hujus libri deſcripſimus; ſuſpicatus ſum multo plures forte in ſpeculo ineſſe poſſe hujuſmodi annulos, in ſe invicem diffuſos, & quorum adeo colores mutua commixtione confuſi invicem & ita diluti eſſent facti, ut ſeparatim cerni haud poſſent. Quocirca eos per priſma inſpexi; quomodo illos in 24ta obſervatione primæ partis hujus libri feceram. Cumque priſma ita mihi eſſet collocatum, ut id refractione ſua lumen colorum inter ſe permixtorum ſepararet, annuloſque a ſe invicem diſtingueret; quomodo in 24ta illa obſervatione fecerat: utique annulos multo tum, quam antea, diſtinctius cernere poteram; atque etiam numerare eos facile ad octo vel novem, nonnunquam etiam ad duodecim vel tredecim. Quod niſi lumen ipſorum adeo debile fuiſſet; equidem nihil dubito quin multo etiam adhuc plures diſcernere potuiſſem.

Observatio V.

Cum in feneſtra priſma collocaſſem, quo intromiſſus luminis radius refringeretur, adeoque oblonga colorum imago in ſpeculum projiceretur; ſpeculum deinceps obtexi charta nigra, in qua foramen eſſet, per quod colorum unus quilibet tranſmitti poſſet ad ſpeculum, interea dum reliqui omnes charta interciperentur. Jamque vidi annulos eo ſolo colore, qui utique in ſpeculum incideret. Si ſpeculum illuminaretur colore rubro; annuli ex toto erant rubri, cum intervallis tenebroſis: ſi colore cæruleo; annuli ex toto erant cærulei: & ſimiliter in cæteris coloribus. Cumque annuli uno aliquo colore ita eſſent facti; quadrata diametrorum ſuarum, dimenſarum qua parte orbitæ ipſo-

rum clariſſimæ eſſent, erant in progreſſione arithmetica numerorum 0, 1, 2, 3, 4: & quadrata diametrorum intervallorum ſuorum obſcurorum, erant, in progreſſione numerorum intermediorum $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$. Verum ſi color mutaretur, mutabatur itidem & magnitudo annulorum. In colore rubro, annuli erant largiſſimi; in indico & violaceo, minimi; inque coloribus intermediis, flavo, viridi, & cæruleo, intermediis itidem erant annuli magnitudinibus, ad colorem nimirum reſpondentibus; hoc eſt, in colore flavo majores erant quam in viridi, inque viridi majores quam in cæruleo. Atque hinc quidem illud intellexi; cum ſpeculum albo lumine illuminatum eſſet, utique colores rubrum & flavum in exteriori parte annulorum exhibitos eſſe per radios minime refrangibiles, cæruleum autem & violaceum per radios maxime refrangibiles: item colores cujuſque annuli diffuſos eſſe utroque in colores annulorum ſibi utrinque adjacentium, quomodo ſupra in prima & ſecunda parte hujus libri expoſitum eſt; mutuaque ſui permixtione inter ſe, adeo dilutos eſſe factos, ut diſcerni invicem haud poſſent, niſi propius a centro ubi minus eſſent commixti. Etenim in hac obſervatione annulos diſtinctius, & majori etiam numero, quam antea, diſcernere potui; utique ad octo vel novem in flavo lumine, præter languidum quoddam indicium decimi. Jam autem ut id porro invenirem, quantum in ſe invicem diffunderentur & commixti eſſent annulorum diverſorum colores; dimenſus ſum diametros annulorum ſecundi & tertii; invenique eas, cum annuli illi exhiberentur in confinio colorum rubri & aurei, eam habere proportionem ad diametros eorundem annulorum in confinio cærulei & indici exhibitorum, quam habent 9 ad 8, præterpropter: difficile enim erat hanc proportionem definire accurate. Item circulos, quos in eodem annulo exhiberent ordine colores ruber, flavus & viridis; plus inter ſe differre magnitudine, quam quos per eaſdem vices exhiberent viridis, cæruleus,

&

Digitized by Google

& indicus: nam circulus quidem violaceus, tenebroſior erat quam ut ſenſu percipi poſſet. Ut igitur calculum inceptum perſequamur; ponamus differentias diametrorum circulorum, quos exhibent ſua quiſque vice colores ruber extremus, confinium rubri & aurei, confinium aurei & flavi, confinium flavi & viridis, confinium viridis & cærulei, confinium cærulei & indici, confinium indici & violacei, & violaceus extremus; eadem eſſe proportione inter ſe, ac ſunt differentiæ longitudinum monochordi earum, quæ ſonent notas illas in octava, *ſol*, *la*, *fa*, *ſol*, *la*, *mi*, *fa*, *ſol*; hoc eſt, ac ſunt numeri $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{18}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{2}{27}$, $\frac{1}{27}$, $\frac{1}{18}$. Quod ſi jam diameter circuli illius, quem exhibet confinium colorum rubri & aurei, ſit 9 A; diameter autem ejus circuli, quem exhibet confinium cærulei & indici, ſit 8 A; ut eſt ſupra dictum: utique differentia ipſarum, 9 A—8 A, ad differentiam diametrorum circulorum illorum, quos exhibent ruber extremus & confinium rubri atque aurei; erit ut $\frac{1}{18} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{27}$, ad $\frac{1}{9}$; hoc eſt, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{1}{9}$, vel 8 ad 3: ad differentiam autem diametrorum circulorum illorum, quos exhibent violaceus extremus & confinium cærulei atque indici; erit ut $\frac{1}{18} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{2}{27}$, ad $\frac{1}{27} + \frac{1}{18}$; hoc eſt, ut $\frac{8}{27}$ ad $\frac{5}{54}$, vel 16 ad 5. Quamobrem hæ differentiæ, erunt $\frac{3}{8}$ A & $\frac{5}{16}$ A. Quarum jam primam adde ad 9 A, & poſteriorem ſubduc de 8 A; habebiſque diametros circulorum illorum, quos exhibent radii minime maximeque refrangibiles, nempe $\frac{75}{8}$ A & $\frac{61\frac{1}{2}}{8}$A. Sunt igitur hæ diametri inter ſe, ut 75 ad $61\frac{1}{2}$, vel 50 ad 41; earumque quadrata, ut 2500 ad 1681, hoc eſt, ut 3 ad 2 quamproxime. Quæ quidem proportio non diſtat à proportione diametrorum circulorum illorum, quos exhibuerunt colores ruber & violaceus extremi in 13[tia] obſervatione primæ partis hujus libri.

Digitized by Google

Observatio VI.

Cum oculum meum collocaſſem eo in loco, ubi annuli videbantur manifeſtiſſimi; ſpeculi faciem conſpicatus ſum colorum faſciis undaram, (rubris, flavis, viridibus, cæruleis;) illarum ſimilibus, quæ in obſervationibus primæ partis hujus libri inter bina vitra objectiva & in aquæ bullis viſæ ſunt; at amplioribus multo. Item hæ, eodem modo ac illæ, pro variis oculi poſitionibus, magnitudine varia videbantur; dilatantes ſe ac contrahentes, pro eo ut oculum meum ultro citroque moverem. Specie ac forma erant arcuum circulorum concentricorum, ſicuti & illæ; cumque oculus meus poſitus eſſet ex adverſo centri concavitatis ſpeculi, (quod erat ſcilicet intervallo pedum 5 & unciarum 10 a ſpeculo,) centrum ipſarum commune in eadem erat linea recta cum centro illo concavitatis, & cum foramine in feneſtra. Verum in aliis oculi poſitionibus, centrum ipſarum alias itidem habebat poſitiones. Apparebant porro per lumen nubium propagatum ad ſpeculum per foramen in feneſtra: cumque Sol per id foramen colluceret ſpeculo, lumen ejus in ſpeculo illum ſemper habebat colorem, qui eſſet annuli in quem id incideret; verum nimio ſplendore ſuo obſcurabat id annulos iſtos lumine nubium exhibitos, niſi quando ſpeculum adeo longe admodum diſtaret a feneſtra, ut Solis lumen ſuper eo valde latum eſſet & languidum. Denique, cum oculi poſitionem variarem; eumque ultro citroque, propius longiuſve a directo Solis luminis radio, moverem; color reflexi luminis Solis ſuper ſpeculum perpetuo variabatur eodem modo, ac ſuper oculum meum; eodem nimirum colore ſe ſuper oculum meum ſpectatori cuivis adſtanti ſemper ſe exhibente, qui mihi ipſi in ſpeculo videretur. Atque hinc quidem intellexi, annulos colorum illos, quos in charta videram, effectos utique fuiſſe ex his reflexis coloribus, propagatis nimirum a ſpeculo ad chartam in diverſis angulis;

angulis ; illorumque productionem , ex terminatione luminis atque umbræ neutiquam pendere.

OBSERVATIO VII.

Ex mira ſimilitudinum proportione , quæ erat hiſce omnibus phænomenis cum illis annulorum coloratorum ſupra in prima parte hujus libri deſcriptorum ; videbantur mihi hi colores generari in craſſa vitri lamina eodem fere modo , ac illi in lamellis valde tenuibus. Etenim experiundo comperiebam , ſi argentum vivum de poſteriore ſpeculi facie defrictum eſſet , vitrum nudum eoſdem uſque annulos exhibere , licet eos multo quidem languidiores quam antea : & conſequenter phænomenon hoc non pendere ex argento vivo ; niſi quatenus id , augendo reflexionem poſterioris vitri facici , adaugeat itidem lumen annulorum coloratorum. Comperi inſuper , ſpeculum metallicum ſine vitro , ad uſus opticos ante hos aliquot annos factum , & optime perpolitum , nullos hujuſmodi annulos exhibuiſſe. Indeque id intellexi , utique annulos hoſce non oriri ex una ſola ſuperficie ſpeculari ; ſed pendere ex ambabus ſuperficiebus laminæ vitreæ in ſpeculum adhibitæ , & ex eo quantæ eſſet craſſitudinis iſta lamina. Sicut enim , in 7ma. & 19na. obſervationibus primæ partis hujus libri tenuis lamella aeris , aquæ , aut vitri , quæ æquabili eſſet craſſitudine , colorem alium exhibebat quum radii ſibi eſſent perpendiculares ; alium , quum ii aliquantum obliqui eſſent ; alium , quum obliquiores ; alium , quum adhuc obliquiores ; & ſic deinceps : ita hic , in ſexta obſervatione hujus partis , radii qui emerſerunt e vitro in diverſis obliquitatibus , effecerunt , ut id diverſos colores exhiberet ; & propagati inde ad chartam in iſtis obliquitatibus , depinxerunt in ea ſimiliter annulos ſuo quemque colore. Et ſicut cauſa , quamobrem tenuis lamella colores diverſos in diverſis radiorum obliquitatibus exhiberet , ea erat ; quod radii unius ejuſdemque generis reflectantur a te-

nui lamella in una obliquitate, & tranſmittantur in alia radii autem aliorum generum tranſmittantur ubi hi reflectuntur, & reflectantur ubi hi tranſmittuntur: ita cauſa, quamobrem craſſa quoque lamina vitri, ſive ſpeculum, colores varios in variis obliquitatibus exhiberet, inque iſtis obliquitatibus coloires illos ad chartam propagaret: ea itidem erat; quod radi unius ejuſdemque generis emergerent è vitro in una obliquitate, in alia autem non emergerent, ſed reflecterentur a citeriore vitri facie retro ad argentum vivum; &, prout obliquitas ea major majorque fieret, emergerent iterum & reflecterentur alternis per multas vices; in una autem eademque obliquitate, radii unius generis reflecterentur, & radii aliorum generum tranſmitterentur. Liquet hoc ex quinta obſervatione hujus partis. Etenim in* ea obſervatione, quum ſpeculum illuminatum eſſet uno aliquo colorum priſmaticorum; exhibuit id coloratum lumen annulos permultos in charta, eodem omnes colore, & nigris diſtinctos interordiniis; ac proinde id lumen, inter emergendum e ſpeculo, tranſmittebatur & non-tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam per multas vices, pro variis nimirum emergentiæ ſuæ obliquitatibus. Porro, quum a priſmate in ſpeculum color alius quivis projiceretur; utique annuli in charta eo ſemper facti ſunt colore, qui eſſet in ſpeculum projectus; magnitudinemque inſuper una cum colore ſuo immutabant: ac proinde lumen tranſmittebatur jam & non-tranſmittebatur alternis a ſpeculo ad chartam, in aliis, quam antea, obliquitatibus. Videbantur mihi itaque hi annuli conſimilem plane ortum habere, ac illi in tenuibus lamellis: eo tamen diſcrimine, quod illi in tenuibus lamellis oriantur ex alternis reflexionibus & tranſmiſſionibus radiorum in ſecunda ſuperficie lamellæ, poſtquam ii ſemel videlicet per lamellam tranſierint: hi autem in craſſis laminis, exhibeantur per radios, qui, ante alternam iſtam reflexionem & tranſmiſſionem, jam bis ſcilicet per laminam tranſierint; primo nimirum, cum tranſirent a citeriore vitri facie ad argentum vivum

vivum ; & deinde, cum redirent ab argento vivo ad eandem iterum faciem citeriorem ; qua demum in ſuperficie, vel tranſmittuntur ad chartam, vel reflectuntur retro ad argentum vivum ; pro eo videlicet, ac in vicibus facilioris reflexionis vel facilioris tranſmiſſus tum ſint, cum ad iſtam pervenerint ſuperficiem. Nam in radiis quidem illis, qui in ſpeculum incidunt ad perpendiculum, reflectunturque in eiſdem perpendicularibus lineis ; in illis, inquam, radiis, propter angulorum ſuorum linearumque incidentiæ & reflexionis æqualitatem, vicium quidem ſuarum intervalla intra vitrum tum longitudine tum numero paria eſſe debent poſt reflexionem, ac ante : per propoſitionem 19^{nam} tertiæ partis hujus libri : ac proinde, quandoquidem omnes radii, qui ingrediuntur per primam vitri ſuperficiem, ſunt in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus tum, cum ingrediuntur ; eorundem autem quotquot reflectuntur a ſecunda ſuperficie, ii quidem illic in vicibus ſunt facilioris reflexionis ; utique iidem omnes debent iterum in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus eſſe tum, cum ad ſuperficiem primam reverterint ; & conſequenter exire ibi e vitro ad chartam, ac depingere ſuper ea maculam albam luminis in centro annulorum. Nam hæc quidem ratio æque valet in omnibus generibus radiorum ; & conſequenter radii omnium generum promiſcue exire debent ad maculam illam, eamque permixtione ſui omnium inter ſe, albam utique exhibere. At vero in illis radiis, qui reflectuntur obliquius quam ingrediuntur ; in iis ſane vicium ſuarum intervalla majora ſint oportet poſt reflexionem quam ante, per propoſitiones 15^{tam} & 20^{mam} : unde ii quidem radii, fieri utique poteſt ut cum ad primam reverterint ſuperficiem, in certis quibuſdam obliquitatibus vices ſuas ibi habeant facilioris reflexionis, adeoque regrediantur ad argentum vivum ; in aliis autem obliquitatibus intermediis, vices ſuas ibidem ſubeant facilioris iterum tranſmiſſus, adeoque exeant ad chartam, depingantque in ea annulos coloratos maculæ albæ circumjectos.

 Quoniam

Digitized by Google

Quoniam autem intervalla harum vicium, in æqualibus quidem obliquitatibus, majora ac pauciora ſunt in radiis minus refrangibilibus; minora autem ac plura; in radiis magis refrangibilibus: ideo radii quidem minus refrangibiles, in æqualibus obliquitatibus, annulos pauciores efficere debent, quam radii magis refrangibiles; majores autem eos, magiſque expanſos: hoc eſt, annuli rubri ampliores eſſe debent quam flavi, flavi quam virides, virides quam cærulei, & cærulei quam violacei; quomodo ii revera quidem in 5ta obſervatione apparuerunt. Quocirca primus annulorum colores omnes complectentium, maculæ albæ proxime circumjectus, debet utique ruber eſſe extra, intra violaceus, & in medio flavus, viridis, ac cæruleus; quomodo is in ſecunda quidem obſervatione viſus eſt. In ſecundo autem annulo, & qui ſequuntur deinceps, iidem colores magis magiſque expanſi eſſe debent; uſquedum in ſe mutuo diffuſi, permiſceantur tandem invicem, & evaneſcant.

Hæ mihi videntur horum eſſe annulorum cauſæ ac rationes in univerſum. Hocque mihi cauſam dedit, ut diſtinctius deinceps obſervarem quanta eſſet vitri craſſitudo; & conſiderarem utrum menſuræ ac proportiones annulorum ſingulatim, vere exinde, calculum ponendo, colligi poſſent.

OBSERVATIO VIII.

Dimenſus ſum igitur craſſitudinem vitri hujuſce concavo-convexi; invenique eam uſquequaque $\frac{1}{4}$ unciæ accurate. Jam quidem, per 6^{tam} obſervationem primæ partis hujus libri, tenuis lamella aeris tranſmittit lumen clariſſimum primi annuli, hoc eſt, lumen flavum clarum, tum cum craſſitudo ſua ſit $\frac{1}{89000}$ pars unciæ: per 10^{mam} autem obſervationem ejuſdem partis, tenuis lamella vitri tranſmittit idem lumen ejuſdem annuli, tum cum craſſitudo ſua ſit minor ſecundum eam proportionem quæ eſt ſinus refractionis ad ſinum

ſinum incidentiæ, hoc eſt, cum craſſitudo ſua ſit $\frac{11}{1513000}$ ſive $\frac{1}{137545}$ pars unciæ; poſito nimirum quod ſinus iſti ſint ut 11 & 17. Quod ſi hæc craſſitudo duplicetur porro, tranſmittetur jam idem lumen clarum ſecundi annuli; ſi ea triplicetur, tranſmittetur jam idem lumen tertii annuli; & ſic deinceps; lumine flavo claro in hiſce omnibus caſibus exiſtente nimirum in vicibus ſuis facilioris tranſmiſſus. Itaque ſi multiplicetur hæc craſſitudo per 34386, ut adeo evadat ea $\frac{1}{4}$ unciæ; tranſmittetur jam idem clarum lumen annuli 34386^{ti}. Finge jam hoc eſſe lumen illud flavum clarum, quod tranſmitti diximus in perpendiculo ab reflectente facie convexa ſpeculi per concavam ejuſdem faciem ad maculam albam in centro annulorum coloratorum in charta: jamque, per regulam in 7ma & 19na obſervatione primæ partis hujus libri traditam, perque propoſitiones 15^{tam} & 20^{mam} tertiæ partis; ſi radii fiant obliqui ad vitrum, utique craſſitudo vitri qua idem lumen clarum ejuſdem annuli tranſmitti poſſit deinceps in quavis obliquitate, erit ad craſſitudinem illam $\frac{1}{4}$ unciæ, ut ſecans certi cujuſdam anguli, ad radium; ejus nimirum anguli, cujus ſinus ſit prima ex 106 mediis arithmeticis inter ſinus incidentiæ & refractionis, incipiendo a ſinu incidentiæ, quum nimirum refractio fiat e lamina cujuſvis materiæ in medium ſibi circumjectum, id eſt, hoc quidem in caſu, e vitro in aerem. Quod ſi porro vitri craſſitudo ita augeatur gradatim, ut id ad primam ſuam craſſitudinem (quæ erat videlicet $\frac{1}{4}$ unciæ,) eas dein habeat proportiones, quas habet numerus 34386 (numerus ſcilicet vicium radiorum perpendicularium inter tranſeundum per vitrum adverſus maculam albam in centro annulorum,) ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate, (numeros videlicet vicium radiorum obliquorum inter tranſeundum per vitrum adverſus annulos colorum, primum, ſecundum, tertium, &

Digitized by Google

& quartum;) illa autem prima vitri craſſitudo diviſa ſit in 100000000 partes æquales; utique craſſitudines adauctæ, erunt 100002908, 100005816, 100008725, & 100011633; & anguli, quorum hæ quidem craſſitudines ſunt ſecantes, erunt 26′ 13″, 37′ 5″, 45′ 6″, & 52′ 20″, radio nimirum exiſtente 100000000; quorum porro angulorum ſinus ſunt 762, 1079, 1321, & 1525; & proportionales ſinus refractionis, 1172, 1659, 2031 & 2345; radio nimirum exiſtente 100000. Nam cum ſinus incidentiæ e vitro in aerem ſint ad ſinus refractionis, ut 11 ad 17; ad ſecantes autem ſupra dictos, ut 11 ad primam ex 106 mediis arithmeticis inter 11 & 17, hoc eſt, ut 11 ad $11\frac{6}{106}$; utique ſecantes iſti erunt ad ſinus refractionis ut $11\frac{6}{106}$ ad 17, & ex hac analogia dabunt adeo ſinus iſtos. Quare ſi obliquitates radiorum ad concavam vitri ſuperficiem tales ſint videlicet, ut ſinus refractionis ipſorum in tranſeundo e vitro per iſtam ſuperficiem in aerem, ſint 1172, 1659, 2031, & 2345; utique lumen clarum annuli 34386^{ti}, emerget e vitro in iis craſſitudinibus, quæ ſint ad $\frac{1}{4}$ unciæ, ut 34386 ad 34385, 34384, 34383, & 34382 comparate. Proinde, ſi vera vitri craſſitudo in hiſce omnibus caſibus ſit (ut in ſpeculo noſtro erat) $\frac{1}{4}$ unciæ; utique lumen clarum annuli 34385^{ti}, ibi emerget, ubi ſinus refractionis ſit 1172; & annulorum 34384^{ti}, 34383^{tii}, ac 34382^{di}, ibi, ubi ſinus iſte ſit 1659, 2031, & 2345 comparate. Porro in hiſce angulis refractionis propagabitur horum annulorum lumen a ſpeculo ad chartam, ibique depinget annulos ambientes maculam illam luminis albam rotundamque in centro, quæ erat (ut diximus) lumen annuli 34386^{ti}. Et ſemidiametri horum annulorum ſubtendent angulos refractionis, factos in concava ſpeculi ſuperficie. Ideoque diametri ipſorum, erunt ad diſtantiam chartæ a ſpeculo; ut ſinus iſti refractionis duplicati, ad radium; hoc eſt, ut 1172, 1659, 2031, & 2345 dupli-

duplicati, ad 10000. Quocirca ſi intervallum, quo charta diſtet a concava ſpeculi ſuperficie, ſit (ut in tertia harum obſervationum erat) ſex pedum; utique diametri annulorum hujus luminis flavi clari in charta depictorum, erunt 1'688, 2'389, 2'925, & 3',75 unciæ. Sunt enim hæ diametri, ad ſenos pedes; ut ſupra dicti ſinus duplicati, ad radium. Jam vero hæ diametri annulorum flavorum clarorum, computando repertæ; eædem plane ſunt, ac illæ quas in tertia harum obſervationum reperimus dimetiendo; quæ erant videlicet $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, & $3\frac{3}{8}$ unciæ. Itaque theoria, qua colliguntur horum annulorum proportiones, ex craſſitudine laminæ vitreæ ſive ſpeculi, & ex obliquitate radiorum emergentium; convenit plane cum ipſis obſervationibus. Cæterum in hac quidem computatione, diametros clarorum annulorum quos exhibuit lumen colorum univerſorum, æquales ſtatui diametris annulorum eorum quos ſcilicet exhibuit lumen flavum clarum: etenim ex illo flavo lumine conſit pars clariſſima annulorum, qui ſint colorum univerſorum. Quod ſi adhæc menſuras diametrorum annulorum illorum, quos alius quivis color purus videlicet & ſimplex exhibeat, accurate colligere cupias; utique id facile efficere poteris, ponendo diametros iſtas eſſe ad diametros annulorum flavorum clarorum, in ſubduplicata proportione intervallorum vicium radiorum iſtis coloribus, cum nimirum radii ii omnes æqualiter inclinati ſint ad ſuperficiem refringentem vel reflectentem quæ vices iſtas excitarit: hoc eſt, ponendo diametros annulorum quos exhibent radii in extremis limitibus colorum illorum ſeptem, rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici & violacei, utique proportionales eſſe radicibus cubicis numerorum illorum, $1, \frac{8}{9}, \frac{5}{6}, \frac{3}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{5}, \frac{9}{16}, \frac{1}{2}$, qui denotant videlicet longitudines monochordi eas, quæ ſonent notas muſicas in octava. Etenim hoc pacto, diametri annulorum iſtis coloribus, comperientur eam quamproxime inter ſe habere proportionem, quam ſecundum quintam harum obſervationum plane habere debent.

Atque

Atque his quidem rationibus ſatis mihi viſus ſum comprobaſſe, annulos hoſce ejuſdem eſſe generis eundemque ortum habere, ac illos qui in tenuibus viſi fuerant lamellis; & conſequenter diſpoſitiones radiorum ſive vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus, propagari utique ab omni reflectente & refringente ſuperficie ad longa uſque intervalla. Nihilo tamen minus, ne hæc res ullam videretur habere poſſe dubitationem, ſequentem obſervationem inſuper adjeci.

OBSERVATIO IX.

Si annuli iſti pendent (uti dictum eſt) ex craſſitudine laminæ vitri; diametri ipſorum in æqualibus diſtantiis a diverſis ſpeculis ſive vitri laminis concavo-convexis talibus, quæ ſint ad eandem ſphæram tornatæ, debebunt eſſe reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum vitri. Quare ſi in eis illa proportio experiundo fuerit comperta; erit ſane perfecte abſoluta demonſtratio, annulos hoſce (ſicuti & illos in tenuibus lamellis exhibitos) pendere ex vitri craſſitudine. Comparabam mihi igitur aliam vitri laminam concavo-convexam, ad eandem ſphæram, ac erat prior lamina, utraque ſui facie tornatam. Ejus craſſitudo erat $\frac{5}{62}$ partes unciæ; & diametri trium primorum annulorum clarorum, qua parte lucidiſſimæ eſſent ipſorum orbitæ, erant, intervallo quidem ſex pedum a vitro, unciarum 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$. Jam quidem craſſitudo prioris vitri, utique $\frac{1}{4}$ unciæ, erat ad hujus craſſitudinem, ut $\frac{1}{4}$ ad $\frac{5}{62}$, hoc eſt, ut 31 ad 10, vel 310000000 ad 100000000; quorum quidem numerorum radices, ſunt 17607 & 10000. Quam autem proportionem habet prima harum radicum ad ſecundam; eandem habent 3, $4\frac{1}{6}$, & $5\frac{1}{8}$, nempe diametri annulorum clarorum exhibitorum in hac obſervatione a vitro tenuiori; ad $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, & $2\frac{11}{12}$, diametros ſcilicet eorundem annulo-

nulorum ſunt reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum vitri.

Itaque in laminis vitri, quæ quidem ſimiliter concavæ ſint ex una ſui facie, & ſimiliter convexæ ex altera, & argento vivo facies ſuas convexas ſimiliter obtectæ, nihilque plane præterquam craſſitudine ſola inter ſe differant; diametri annulorum ſunt reciproce in ſubduplicata proportione craſſitudinum laminarum ipſarum. Atque hinc ſatis quidem apparet, pendere utique annulos ex utriſque vitri ſuperficiebus. Pendent nimirum ex convexa ſuperficie; quia lucidiores ſunt quum ea ſuperficies argento vivo obtecta ſit, quam quum nuda. Pendent itidem ex concava ſuperficie; quia in ſpeculo, quod tali ſuperficie careat, ii nulli ſunt. Pendent denique ex ambabus ſuperficiebus, earumque diſtantia inter ſe; quia, variata ſolummodo illa diſtantia, variatur itidem & annulorum magnitudo. Hoc autem, quod pendeant annuli iſto modo ex ambabus vitri ſuperficiebus, ſimile plane eſt ac quæ ſupra dicta ſunt de eo quemadmodum colores tenuium laminarum pendeant ex ſuperficierum ſuarum binarum diſtantia inter ſe: quippe & magnitudo horum annulorum, eorumque proportio inter ſe, item magnitudinis ſuæ variatio ex vitri craſſitudinis variatione orta, colorumque ſuorum ordo, talia plane ſunt, qualia oriri utique debent ex propoſitionibus in fine tertiæ partis hujus libri ſubjunctis; quæ nimirum propoſitiones deductæ erant ex phænomenis colorum tenuium lamellarum in prima parte deſcriptis.

Alia adhuc ſunt aliqua annulorum horum coloratorum phænomena: verum ſequuntur ea omnia ex iiſdem propoſitionibus: ideoque confirmant tum veritatem propoſitionum iſtarum, tum analogiam quæ eſt inter hoſce annulos & illos in tenuibus lamellis exhibitos. Nonnulla phænomenorum iſtorum hic ſubjungam.

Digitized by Google

OBSERVATIO X.

Quum Solis luminis radius reflecteretur a ſpeculo, non directo ad foramen in feneſtra, ſed ad locum parvo inde intervallo diſtantem; centrum commune maculæ albæ ante dictæ, & annulorum omnium coloratorum, incidit in medio intervallo inter radium luminis incidentis & radium luminis reflexi; & conſequenter in ipſo adhuc centro ſphæricæ concavitatis ſpeculi, quandocumque charta, qua annuli colorati excipiebantur, poſita eſſet in eo centro. Pro eo autem, ut radius luminis reflexi, inclinando videlicet ſpeculum, recedebat magis magiſque a radio luminis incidentis, & a communi centro annulorum coloratorum inter duos iſtos radios interjacente; ita annuli iſti in amplitudinem perpetuo excreſcebant, itemque macula illa alba rotunda: & novi annuli colorati emergebant ordine e centro ipſorum communi; & macula illa alba facta eſt albus annulus novis illis annulis circumjectus; & radii luminis incidens ac reflexus, ſemper incidebant in partes annuli iſtius albi ſibi invicem e diametro oppoſitas, ibique in ejus circuitu ſpeciem duorum parheliorum, qualia in corona Solem ambiente nonnunquam videntur, lumine ſuo exhibebant. Itaque diameter iſtius annuli, pertingens videlicet a medio luminis ejus ex una parte ad medium luminis ejus ex altera parte, ſemper æqualis erat intervallo ei, quod inter mediam partem radii incidentis & mediam partem radii reflexi interjaceret, dimenſo nimirum ſuper charta in qua annuli videbantur. Porro, radii qui annulum iſtum formabant, reflectebantur a ſpeculo in angulis qui eſſent æquales angulis ſuis incidentiæ, & conſequenter angulis ſuis refractionis, qua ingrediebantur in vitrum: attamen anguli ſui reflexionis, non erant in eodem plano cum angulis ſuis incidentiæ.

OBSER-

Digitized by Google

OBSERVATIO XI.

Colores novorum annulorum contrario erant ordine diſpoſiti, ac primorum. Oriebantur autem hoc modo. Macula luminis alba rotunda in medio annulorum, permanſit alba ad uſque centrum; uſquedum intervallum id, quo radii incidens & reflexus diſtabant inter ſe in charta, factum eſſet circiter $\frac{7}{8}$ unciæ; tumque deinde macula ea, tenebroſa fieri cœpta eſt in media ſui parte. Cum autem illud radiorum intervallum, factum eſſet porro circiter $1\frac{3}{16}$ unciæ; tum macula iſta alba fiebat deinceps annulus, ambiens ſcilicet maculam rotundam tenebroſam, quæ in media ſui parte colorem ipſa trahere cœpit violaceum atque indicum. Annuli autem lucidi, maculam hanc novam ambientes, facti erant jam æquales annulis illis tenebroſis, qui in quatuor primis obſervationibus hoſce ipſos ſinguli ſingulos proxime ambierant; hoc eſt, macula alba erat jam factus annulus albus, æqualis primo annulorum illorum tenebroſorum; & primus annulorum illorum lucidorum, factus erat jam æqualis ei, qui fuerat ſecundus tenebroſorum; & ſecundus annulorum illorum lucidorum, æqualis jam ei, qui fuerat tertius tenebroſorum; & ſic deinceps. Etenim diametri annulorum lucidorum, erant jam $1\frac{7}{16}$, $2\frac{1}{16}$, $2\frac{2}{3}$, $3\frac{3}{20}$, &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi diſtantia inter ſe, paulo adhuc major eſſet facta; emergebat deinde e medio maculæ nigræ jam dictæ, poſt colorem illum indicum, cæruleus; & deinceps ex eo cæruleo, viridis palleſcens; brevi autem poſtea, flavus quoque & ruber. Cumque color ad centrum clariſſimus eſſet, nempe inter flavum ac rubrum; utique annuli lucidi, æquales tum erant facti annulis lucidis illis, qui in quatuor primis obſervationibus hoſce proximo deinceps ordine ſinguli ſingulos ambierant; hoc eſt, macula alba in medio annulorum illorum, factus

erat jam annulus albus, æqualis primo annulorum illorum lucidorum; & primus annulorum illorum lucidorum, æqualis jam ei qui fuerat eorundem ſecundus; & ſic deinceps. Etenim diametri annuli albi, cæterorumque annulorum lucidorum ei circumjectorum, erant jam circiter $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{3}{8}$, &c. unciæ.

Quum radiorum incidentis ac reflexi diſtantia inter ſe in charta, paulo etiam adhuc major eſſet facta; emergebant deinde ordine e centro, poſt colorem rubrum antedictum: purpureus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber multum admodum purpuraſcens. Cumque color in centro clariſſimus eſſet, nempe inter flavum ac rubrum; utique priores colores, indicus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber, facti erant jam iris ſive annulus coloratus, æqualis primo annulorum illorum lucidorum, qui in quatuor primis obſervationibus apparuerant; & annulus albus ſupra memoratus, qui jam erat ſecundus annulorum lucidorum, æqualis erat factus ſecundo priorum illorum annulorum lucidorum; & primus annulorum illorum lucidorum, qui jam erat tertius, æqualis erat factus ei qui fuerat tertius illorum; & ſic deinceps. Etenim diametri eorum, erant jam $1\frac{11}{16}$, $2\frac{3}{8}$, $2\frac{11}{12}$, $3\frac{3}{8}$, &c. unciæ. Diſtantia autem duorum luminis radiorum inter ſe, & diameter annuli albi, erant $2\frac{1}{3}$ unciæ.

Quum horum duorum radiorum diſtantia inter ſe, uſque etiam adhuc major eſſet facta; emergebat deinde e medio rubri purpuraſcentis, primo macula rotunda obſcurior; poſtea autem, e medio hujus, alia macula clarior. Jamque colores illi proxime antecedentes (purpureus, cæruleus, viridis, flavus, & ruber purpuraſcens,) facti erant annulus æqualis primo annulorum illorum lucidorum in quatuor primis ſupra obſervationibus memoratorum; annulique huic circumjecti, æquales annulis illi circumjectis, comparate. Diſtantia autem duorum luminis radiorum inter ſe, & diameter annuli albi, (qui jam tertius erat factus annulus.) erant circiter 3 unciarum. Poſt-

Poſthæc, colores annulorum in medio, valde diluti cœpti ſunt videri. Et, ſi diſtantia duorum illorum luminis radiorum inter ſe, adhuc ſemuncia, vel uncia adjecta, major uſque eſſet facta; utique annuli iſti in medio, evaneſcebant penitus; permanente tamen aliquandiu annulo albo antedicto, una cum ſingulis biniſve annulorum ſibi utrinque proxime adjacentium. Verum ſi duorum radiorum luminis diſtantia illa inter ſe, etiam adhuc major eſſet facta; jam & hi quoque annuli evaneſcebant. Nam lumen quod e diverſis partibus foraminis in feneſtra, incidebat in ſpeculum in diverſis angulis incidentiæ; fecit jam annulos diverſarum magnitudinum, qui ſeſe invicem diluebant expungebantque. Id quod intellexi, intercipiendo partem aliquam iſtius luminis. Etenim quum ea illius pars intercepta eſſet, quæ propius diſtaret ab axe ſpeculi; annuli continuo videbantur contractiores: quum pars ea, quæ longius ab iſto axe diſtaret; videbantur ii magis dilatati.

OBSERVATIO XII.

Cum colores priſmate exhibiti, projicerentur per vices ſuper ſpeculum; annulus ille, qui in duabus proxime præmiſſis obſervationibus albus fuerat, una jam eademque magnitudine erat in omnibus coloribus. At annuli extra eum jacentes, majores quidem erant in colore viridi quam in cæruleo, in flavo adhuc majores, maximique omnium in rubro; & e contrario, annuli intra eum jacentes, minores erant in colore viridi quam in cæruleo, in flavo adhuc minores, minimique omnium in rubro. Etenim in illo quidem albo annulo; quoniam anguli reflexionis radiorum, æquales eſſent angulis ſuis incidentiæ; utique radii cujuſque reflexi vices intra vitrum poſt reflectendum, æquales erant tum longitudine tum numero, vicibus ejuſdem radii intra vitrum ante incidendum in ſuperficiem reflectentem: ac proinde, quando omnes quidem radii omnium generum, tum

Digitized by Google

cum in vitrum ingrederentur, erant in vice ſua facilioris tranſmiſſus; utique erant itidem in vice facilioris tranſmiſſus tum, cum ad eandem ſuperficiem poſt reflectendum revertiſſent; & conſequenter tranſmittebantur iterum, exibantque ad annulum album ſuper charta. Atque hæc quidem cauſa eſt, quamobrem annulus ille unam eandemque haberet magnitudinem in ſingulis coloribus, & in permixtione univerſorum albus appareret. Atqui in aliis annulis, quorum quidem radii aliis reflectuntur angulis; utique radii minime refrangibiles, quoniam vicium ſuarum intervalla maxima habent, efficiunt ut annuli, qui ſint ſuo colore, grandioribus quam cæteri augeantur vel minuantur intervallis, in progreſſione ſua utroque, ab annulo illo albo, ſive ad exteriora verſus, ſive ad interiora; adeoque annuli iſto colore, maximi ſint extra, intra autem minimi. Atque hæc quidem cauſa eſt, quamobrem in obſervatione proxime præmiſſa, cum ſpeculum illuminatum eſſet lumine albo, annuli exteriores, coloribus univerſis exhibiti, apparerent rubri extra, & cærulei intra; interiores autem, cærulei extra, & rubri intra.

Hæc ſunt phænomena craſſiorum vitri laminarum concavo-convexarum, quæ quidem una eademque uſquequaque ſint craſſitudine. Alia ſunt earundem phænomena, cum eæ paulo craſſiores ſint ex una parte quam ex altera; & alia adhuc, cum eæ magis minuſve concavæ ſint quam convexæ, vel cum ſint plano-convexæ, vel utrinque convexæ. Etenim in iſtis omnibus caſibus, exhibent eæ annulos quidem coloratos; ſed varia ratione. Quæ quidem omnia, quatenus ego quidem adhuc obſervaverim, conſequuntur ex propoſitionibus in fine tertiæ partis hujus libri ſubjunctis; adeoque ad veritatem propoſitionum iſtarum confirmandam faciunt. Verum enimvero phænomena illa, multipliciora ſunt; & computationes, quibus ea ex dictis propoſitionibus deducuntur, perplexiores; quam ut ea hoc in loco amplius perſequar. Satis habebo hanc materiam eatenus me in præſenti

Digitized by Google

ſenti eſſe proſecutum, ut, quibus quidem ex cauſis id genus phænomena oriuntur, invenerim; hocque inveniendo, propoſitiones in tertia parte hujus libri traditas ſatis confirmarim.

Observatio XIII.

Ut lumen reflexum a lente argento vivo faciem ſuam poſteriorem obtecta, exhibet annulos colorum ſupra deſcriptos; ita id, tranſeundo itidem per guttam aquæ, ſimiles colorum annulos efficere debet. Nempe, inter primam reflexionem radiorum intra guttam; colorum alii tranſmitti debent, ſicuti in lente; alii autem, reflecti ad oculum. Exempli gratia: Si diameter guttulæ ſive globuli aquæ, ſit circiter 500ma pars unciæ; ut adeo radius ruber, inter tranſeundum per medium iſtum globulum, habeat intra globulum 250 vices facilioris tranſmiſſus; radii autem rubri omnes, qui radium illum medium certo interjecto intervallo ambiunt circumcirca, habeant intra globulum 249 vices; ſimileſque radii omnes, majori quodam circumcirca interjecto intervallo, habeant 248 vices; radiique ſimiles, adhuc majori quodam circumcirca interjecto intervallo, 247 vices; & ſic deinceps: utique concentrici hi radiorum circuli, poſt tranſmiſſionem ſuam, incidentes in chartam albam, depingent in ea circulos rubros concentricos; ita quidem, ſi id luminis, quod per unum ſolum globulum tranſmittatur, ſatis forte ſit ut ſenſu percipi queat: &, ſimili ratione, radii aliorum colorum, annulos itidem aliorum colorum exhibebunt. Finge jam, die ſereno, Solem collucere per tenuem nubeculam ex iſtiuſmodi globulis aquæ vel grandinis conſtantem; globuloſque iſtos eadem eſſe omnes magnitudine; jamque Sol per nubeculam iſtam conſpectus, cinctus utique videbitur concentricis colorum annulis, talibus ac diximus; eritque diameter primi annuli rubri, graduum $7\frac{1}{4}$; ſecundi, graduum $10\frac{1}{4}$; & tertii, 12, 33′; & pro eo ut aquæ globuli

Digitized by Google

li majores minoreſve fuerint, ita hi quoque annuli majores erunt facti vel minores. Hæc quidem eſt theoria: eique optime congruit experientia. Etenim menſe Junio 1692, vidi per reflexionem in vaſe aquæ ſtagnantis, tres Halos, coronas, ſive annulos coloratos circum Solem, ſpeciem præbentes trium parvarum iridum, idem cum Sole centrum habentes. Colores primæ ſive interioris coronæ ſive Halo, erant cæruleus intra adverſus Solem, ruber extra, & albus in medio inter cæruleum ac rubrum. Colores ſecundæ, erant purpureus ac cæruleus intra, extra ruber palleſcens, & viridis in medio. Colores tertiæ, erant cæruleus palleſcens intra, & extra ruber palleſcens. Hæ coronæ, erant ſibi invicem proxime circumjectæ; adeo ut colores ipſarum a Sole extrorſum, hoc eſſent continenter ordine diſpoſiti: cæruleus, albus, ruber; purpureus, cæruleus, viridis, flavus palleſcens, ruber; cæruleus palleſcens, & ruber palleſcens. Diameter ſecundæ coronæ, dimenſa ab uſque medio flavi ac rubri ex una parte Solis, ad medium ejuſdem coloris ex altera parte, erat graduum $9\frac{1}{3}$ circiter. Ad diametros primæ atque tertiæ dimetiendas, ſpatium temporis non habui: videbatur autem diameter primæ, eſſe circiter 5 aut 6 graduum; & tertiæ, circiter 12. Harum ſimiles coronæ, videntur nonnunquam & circum Lunam; nam in principio Anni 1664, Feb. 19no, veſperi, duas iſtiuſmodi coronas Lunam ambientes conſpicatus ſum. Diameter primæ, ſive interioris, erat circiter trium graduum; & ſecundæ, quinque graduum cum dimidio. Proxime circum Lunam circulus erat albus; quem deinceps ambiebat corona interior, quæ intra (proxime circulum illum album) colore erat viridi ſubcæruleo, flavo autem ac rubro extra; hancque demum ambiebat corona exterior, quæ colore erat cæruleo ac viridi intra, extra autem rubro. Videbatur quoque eodem tempore, Halos; intervallo graduum circiter 22, 35′, a centro Lunæ. Erat ea elliptica; ejuſque diameter longior, perpendicularis erat horizonti, in inferiore ſui parte diſcedens longius

Digitized by Google

longius a Luna. Audivi narratum, tres plureſve interdum coronas colorum concentricas Lunam ex ordine proxime ambire viſas fuiſſe. Utique quo magis æquales fuerint inter ſe globuli antedicti aquæ vel glaciei; eo plures apparere debebunt colorum coronæ, eoque clariores videbuntur ipſarum colores. Cæterum Halos illa, quæ Lunam intervallo graduum $22\frac{1}{2}$ ambiebat, alius eſt generis. Equidem ex eo, quod illa elliptica eſſet, longiuſque a Luna diſcederet in inferiore ſui parte quam in ſuperiore; colligere mihi videor, productam fuiſſe eam refractione in grandine aliqua vel nive aeri innatante, & ſitu quidem ad horizontem parallelo diffuſa; angulo refringente, exiſtente nimirum graduum circiter 58 vel 60.

Digitized by Google

Digitized by Google

OPTICES
LIBER TERTIUS.

Obſervationes circa reflexiones radiorum luminis, & colores inde generatos.

OBſervavit *Grimaldus*, ſi Solis luminis radius immittatur in cubiculum tenebricoſum per foramen perexiguum; futurum ut umbræ corporum in iſto lumine poſitorum latiores ſint, quam deberent utique eſſe, ſi radii in rectis lineis prope corporum iſtorum extrema tranſirent; itemque umbras iſtas ternis inter ſe parallelis luminis colorati limbis, faſciolis, ſive ordinibus, fimbriatas viſum iri: verum ſi id foramen

Digitized by Google

largius ſit factum; tum fimbrias illas in latitudinem ſe laxare; & inter ſe permiſceri invicem, ut adeo diſcerni amplius haud queant. Exiſtimarunt nonnulli, umbras haſce latiores, fimbriaſque coloratas, ortum ſuum habere ex conſueta aeris refractione. At hi quidem de re haud ſatis explorata judicarunt: etenim circumſtantiæ hujuſce phænomeni, quatenus ego quidem eas obſervaverim, hujuſmodi fuerunt.

Observatio I.

In lamella plumbea foramen exiguum acicula feci, cujus latitudo eſſet $\frac{1}{42}$ unciæ: nam 21 quidem ejuſmodi acicularum in ordinem compoſitæ, ſemunciam explebant latitudine. Per id foramen immiſi in cubiculum meum tenebricoſum, Solis luminis radium; comperique umbras capillorum, filorum, acicularum, ſtramenti, aliorumque id genus parvorum corporum, in illo luminis radio poſitorum, multo eſſe latiores, quam deberent utique eſſe, ſi radii luminis prope corporum iſtorum extrema in lineis rectis tranſirent: & nominatim capillum humanum, cujus latitudo eſſet duntaxat $\frac{1}{280}$ unciæ, in illo lumine collocatum, intervallo circiter duodecim pedum a foramine, umbram projeciſſe, quæ, intervallo quatuor unciarum a capillo, haberet in latitudinem $\frac{1}{60}$ partem unciæ, hoc eſt, amplius quatuor partibus latior eſſet quam ipſe capillus; intervallo autem duorum pedum a capillo, haberet in latitudinem circiter $\frac{1}{28}$ unciæ, hoc eſt, decem partibus latior eſſet quam ipſe capillus; & intervallo decem pedum, haberet in latitudinem $\frac{1}{8}$ unciæ, hoc eſt, 35 partibus latior eſſet quam ipſe capillus.

Nec refert utrum capillus aere circundatus ſit, an alia quavis materia pellucida. Etenim, cum laminam vitream perpolitam madefeciſſem, capillumque in aqua ſuper id vitrum poſuiſſem, aliamque deinde laminam vitream perpolitam ſuperimpoſuiſſem, ut adeo aqua repleret id omne ſpatii

tii

Digitized by Google

tii quod inter vitra interjaceret; tenui laminas haſce in radio luminis antedicto, ita ut lumen per vitra ad perpendiculum tranſiret; jamque umbra capilli, iiſdem iterum interjectis intervallis, eandem, ac ante, magnitudinem habebat. Porro raſuræ, quæ forte in politis vitri laminis ineſſent, umbras itidem projiciebant, multo utique quam fieri debuit, latiores: itemque venæ in ejuſmodi politis vitri laminis, umbras latiores ſimiliter projiciebant. Quare nimia harum umbrarum latitudo, non ex aeris ſcilicet refractione, ſed omnino ex alia aliqua cauſa oriatur neceſſe eſt.

Sit igitur circulus X, [*Fig.* 1.] capilli pars media: A D G, TAB. I.
B E H, & C F I, tres radii, tranſeuntes prope unum latus extremum capilli, in diverſis diſtantiis: K N Q, L O R, & M P S, alii tres radii, tranſeuntes prope alterum latus extremum capilli, in ſimilibus diſtantiis: D, E, F, & N, O, P, loca ubi radii inflectuntur inter tranſeundum prope capillum: G, H, I, & Q, R, S, loca ubi radii incidunt in chartam G Q: I S, latitudo umbræ capilli projectæ in chartam: & T I, V S, duo radii, tranſeuntes ſine inflectendo, (quum nimirum capillus ſubmotus ſit,) ad puncta I & S. Jam quidem manifeſtum eſt, lumen id omne, quod inter binos illos radios T I & V S intervenit, inflecti inter tranſeundum prope capillum, & detorqueri ex umbra I S. Quippe ſiqua pars ejus luminis non inflecteretur; incideret utique in chartam intra illam umbram, eamque ibi illuminaret; contra, quam experientia comperimus. Et quoniam, quando charta magno intervallo diſtet a capillo, umbra valde lata eſt; ideoque radii T I & V S, magno intervallo diſtant inter ſe: ſequitur utique capillum agere in radios luminis etiam majuſculo quidem interjecto intervallo præter ſe tranſeuntes. At vero agit is fortius in radios propius ſe tranſeuntes; eaque actio ita langueſcit gradatim, prout radii majoribus interjectis intervallis tranſeunt; quomodo rem in ſchemate expreſſam habes. Etenim hinc fit, ut umbra capilli multo latior ſit, pro ratione quidem diſtantiæ chartæ

a capillo, tum quum charta propius a capillo diſtet, quam quum longius.

OBSERVATIO II.

Umbræ corporum omnium, (metallorum, lapidum, vitri, ligni, cornu, glaciei, &c.) in hoc lumine collocatorum, fimbriatæ erant ternis inter ſe parallelis luminis colorati limbis, ſive faſciis; quarum quidem fimbriarum ea, quæ eſſet umbræ contigua, latiſſima erat ac luminoſiſſima; quæ autem ab umbra maxime diſtaret, ea & anguſtiſſima erat, tamque debilis, ut ægre cerni potuerit. Colores ipſarum difficile erat diſcernere & diſtinguere inter ſe; niſi quum lumen exciperetur valde oblique charta lævi, vel alio aliquo corpore albo, æquo ac plano; quod ſcilicet efficeret ut ii multo, quam alioqui, latiores apparerent. Tumque colores manifeſto ſe exhibebant conſpiciendos, hoc ordine. Prima ſive interior fimbria, colore erat violaceo ac cæruleo ſaturo proxime umbram; deinceps cæruleo claro, viridi, ac flavo, in media ſui parte; & rubro, extra. Secunda fimbria, ferme contigua erat primæ; & tertia, ſecundæ: ambæ autem, cæruleæ erat intra, & flavæ rubræque extra; verum colores ipſarum languidi erant admodum, tertiæ præſertim. Colores itaque ab uſque umbra, hoc erant ordine diſpoſiti; violaceus, indicus, cæruleus palleſcens, viridis, flavus, ruber; cæruleus, flavus, ruber; cæruleus palleſcens, flavus palleſcens, & ruber. Umbræ bullularum & raſurarum, quæ forte in politis laminis vitri ineſſent, erant itidem ſimilibus luminis colorati limbis fimbriatæ. Item, ſi laminæ vitreæ, quales ad ſpecula ſolent adhiberi, ſectæ in obliquum prope extrema ſua, collocentur in antedicto luminis radio; utique id lumen, quod per parallelas tranſibit vitri facies, fimbriatum erit iſtiuſmodi colorum limbis, qua parte eæ planæ facies committuntur cum planitie illa in obliquum ſecta; hocque pacto apparebunt nonnunquam quatuor vel quinque fimbriæ

fimbriæ colorum. Sint videlicet A B, C D, [*Fig.* 2.] facies ſpeculi parallelæ; & B D, planities ſecta in obliquum, quæ ſcilicet cum facie A B in angulo valde obtuſo committatur ad B. Tranſeat jam id omne lumen, quod inter radios E N I & F B M intervenit, recta per planas vitri facies inter ſe parallelas, incidatque in chartam inter I & M; quodque inter radios G O & H D intervenit, refringatur id omne per planitiem B D in obliquum ſectam, incidatque in chartam inter K & L. Jamque lumen id, quod tranſit recta per planas vitri facies inter ſe parallelas, inciditque in chartam inter I & M; fimbriatum erit tribus pluribuſve limbis colorum, ad M. TAB. I.

Simili denique ratione, ſiquis Solem per plumam vel tæniam nigram oculo proxime applicatam intueatur; videbit is multos arcus coloratos; umbris nimirum, quas fibræ vel fila illa tenuia in tunicam retinam projiciunt, ejuſmodi fimbrias colorum ſibi adjunctas habentibus.

OBSERVATIO III.

Quum capillus diſtaret a foramine, intervallo duodecim pedum; incideretque umbra ejus oblique in planam albamque ſcalam unciarum partiumque unciæ, ultra capillum intervallo ſemipedali collocatam; itemque eadem umbra exciperetur deinceps ad perpendiculum ſuper eadem ſcala, interjecto pedum novem intervallo: dimenſus ſum latitudinem umbræque & fimbriarum, quam potui accuratiſſime; invenique eas partibus unciæ deſcriptas, hujuſmodi eſſe.

Intervallo

Digitized by Google

	Intervallo ſemipedali.	*Intervallo novempedali.*
Latitudo umbræ.	$\frac{1}{54}$	$\frac{1}{9}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum interiorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{38}$ vel $\frac{1}{39}$	$\frac{7}{50}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum mediarum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{23\frac{1}{2}}$	$\frac{4}{17}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum exteriorum ex utraque parte umbræ ſitarum interjaceret.	$\frac{1}{18}$ vel $\frac{1}{18\frac{1}{2}}$	$\frac{3}{10}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum primæ & ſecundæ interjaceret.	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{21}$
Spatium quod inter medias partes luminis clariſſimi fimbriarum ſecundæ & tertiæ interjaceret.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{31}$
Latitudo partis lucidæ (ſcilicet colorum viridis, albi, flavi, ac rubri,) fimbriæ primæ.	$\frac{1}{170}$	$\frac{1}{32}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias primam & ſecundam.	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{45}$
Latitudo partis lucidæ, fimbriæ ſecundæ.	$\frac{1}{290}$	$\frac{1}{55}$
Latitudo ſpatii obſcurioris, inter fimbrias ſecundam & tertiam.	$\frac{1}{340}$	$\frac{1}{63}$

Has

Digitized by Google

Has menſuras collegi, excipiendo umbram capilli adeo oblique ſuper ſcalam intervallo ſemipedali objectam, ut illa duodecim partibus latior appareret, quam cum ad perpendiculum in eandem ſcalam eodem interjecto intervallo incideret; tumque deinceps inſcribendo in tabula, partes duodecimas latitudinum eo modo obſervatarum.

Observatio IV.

Quum umbra fimbriæque projicerentur oblique ſuper corpus album, æquum atque planum; idque corpus ab capillo removeretur gradatim; fimbria prima ſenſu percipi cœpta eſt, clariorque lumine reliquo videri, intervallo minore quam quartæ partis unciæ unius ab capillo; & linea obſcura, ſive parva umbra inter primam illam & ſecundam fimbriam, cerni cœpta eſt intervallo minore quam tertiæ partis unciæ. Fimbria ſecunda ſub aſpectum venire cœpit, intervallo minore a capillo quam unciæ dimidiatæ; & umbra inter ſecundam illam ac tertiam fimbriam, intervallo minore quam unciæ integræ; & tertia ipſa fimbria, intervallo minore quam trium unciarum. Majoribus deinceps interjectis ab capillo intervallis, multo adhuc manifeſtius ſub ſenſum ceciderunt hæ fimbriæ; attamen eaſdem quam proxime latitudinum ſuarum intervallorumque retinebant proportiones, ac quum apparerent primum. Etenim diſtantia inter mediam partem primæ fimbriæ, ac ſecundæ; ad diſtantiam inter mediam partem ſecundæ, ac tertiæ; erat ut tria ad duo, vel decem ad ſeptem. Harumque duarum diſtantiarum poſterior, æqualis erat latitudini luminis clari, ſive partis luminoſæ, fimbriæ primæ. Eaque latitudo, ad latitudinem luminis clari fimbriæ ſecundæ, erat ut ſeptem ad quatuor; & ad intervallum obſcurum fimbriarum primæ ac ſecundæ, ut tria ad duo; & denique ad ſimile intervallum obſcurum fimbriarum ſecundæ ac tertiæ, ut duo ad unum. Videbantur enim fimbriarum latitudines, eſſe in progreſſione

 nume-

Digitized by Google

numerorum 1, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$; earumque intervalla in eadem eſſe progreſſione, ac ipſæ; hoc eſt, fimbriæ ipſæ, ſimulque earum intervalla, eſſe in continua progreſſione numerorum 1, $\sqrt{\frac{1}{2}}$, $\sqrt{\frac{1}{3}}$, $\sqrt{\frac{1}{4}}$, $\sqrt{\frac{1}{5}}$, quamproxime. Atque hæ quidem proportiones eædem fere permanſerunt, in omnibus diſtantiis a capillo. Nam intervalla obſcura fimbriarum, pro ratione quidem latitudinis fimbriarum ipſarum, æque lata erant tum cum primum apparerent, ac quum poſtea longe diſtarent a capillo; quamvis non æque tenebroſa utique & diſtincta.

Observatio V.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{4}$ unciæ latum colluceret; collocavi, interjecto duorum triumve pedum intervallo, plagulam chartæ conſpiſſatæ, denigratam ex utraque ſui parte, & in cujus medio foramen erat quadratum circiter $\frac{1}{4}$ unciæ quoquoverſus, per quod radius Solis tranſmitteretur. Tum deinde ad id foramen laminam cultri præacuti chartæ iſti conſpiſſatæ ita agglutinavi pice, ut ea luminis per foramen tranſmiſſi partem aliquam interciperet. Erant autem plana chartæ conſpiſſatæ & laminæ cultri, parallela inter ſe, & radiis luminis ad perpendiculum objecta. Jamque cum hæc ita eſſent collocata, ut nihil luminis in ipſam chartam conſpiſſatam incideret, ſed tranſmitteretur radius totus per foramen ad cultrum; ibique partim incideret in laminam cultri, partim prope aciem ejus tranſiret; excepi luminis partem eam, quæ prope aciem cultri tranſierat, ſuper charta alba deinceps, intervallo duorum triumve pedum, ultra cultrum collocata: ibique vidi duas luminis languidioris radiationes, utroque verſus e luminis radio illo in umbram, tanquam caudas cometarum, ſe emittentes. Verum, quoniam directum Solis lumen, nimia ſua claritate ſuper chartam, obſcurabat languidiores haſce radiationes, adeo ut ægre eas diſcernere potuerim; pertudi adhuc & hanc chartam, ut Solis lumen & illic per parvum fora-

Digitized by Google

foramen tranſmiſſum, incideret demum in pannum nigrum ulterius collocatum; jamque binas illas radiationes ſuper charta, manifeſto admodum ſum conſpicatus. Erant hæ conſimiles plane inter ſe; & propemodum pares etiam longitudine ac latitudine, & quantitate luminis. Lumen ipſarum, qua parte id directo Solis lumini adjacebat, ſatis erat forte, circiter ad $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ unciæ; indeque, pro eo ac a directo illo lumine recedebat, minuebatur gradatim, uſquedum penitus ad ſenſum evaneſceret. Tota longitudo utriuſvis harum radiationum, dimenſa ſuper chartam intervallo trium pedum a cultro, erat circiter ſex vel octo unciarum; adeoque ſubtendebat angulum ad aciem cultri, circiter 10 vel 12 vel ſummum 14 graduum. Nonnunquam tamen videbar mihi videre, lumen ipſarum ad tres vel quatuor gradus adhuc ulterius ſe emittere; verum adeo valde languidum illud, ut & id vix diſcernere potuerim, & etiam ſuſpicatus ſim inſuper, poſſe id forſitan oriri (ex parte ſaltem) alia aliqua ex cauſa, quam duas ipſas videlicet radiationes. Etenim collocans oculum meum eo in lumine, ultra extremitatem radiationis illius quæ eſſet poſt tergum cultri; oculumque dirigens ad cultrum; diſcernere poteram in acie ejus, lineam quandam luminoſam: idque non modo cum oculus meus in eadem ſitus eſſet linea cum ipſis radiationibus illis; verum etiam cum extra lineam iſtam poſitus eſſet, ſive ad mucronem cultri, ſive ad manubrium verſus. Videbatur linea illa luminoſa, contigua eſſe aciei cultri; anguſtiorque erat, quam lumen fimbriæ interioris; & anguſtiſſima quidem tum eſt viſa, cum oculus meus a directo lumine longiſſime diſtaret; ideoque tranſire videbatur inter lumen fimbriæ illius interioris, ac aciem ipſam cultri; quæque ejus pars proxime aciem tranſiret, eam judicavi eſſe maxime illuſtratam, quanquam non quidem omnem.

Digitized by Google

Observatio VI.

Collocavi alium cultrum prope priorem, ita ut acies ipſorum parallelæ eſſent inter ſe, & invicem obverſæ; radiuſque luminis incideret in ambos ſimul cultros, ejuſque pars aliqua inter acies ipſorum tranſmitteretur. Cumque acies ipſorum diſtarent jam inter ſe circiter $\frac{1}{400}$ parte unciæ; radius inter acies tranſmiſſus diſpertivit ſe medium in binas partes, umbramque reliquit binis iſtis ſui partibus interjacentem. Umbra illa adeo nigra erat & tenebroſa, ut lumen id omne prorſus, quod inter cultros tranſiret, inflexum videretur, & vel in hanc vel in illam partem detortum. Et prout cultri ad ſe invicem propius admoverentur; ita umbra illa latior erat facta, radiationeſque antedictæ contrahebant ſeſe in brevitatem ab interioribus ſuis extremitatibus propius umbram; donec, cum cultri tandem ſe inter ſe contingerent, lumen totum penitus evaneſceret in umbram.

Atque hinc quidem id colligo; utique luminis illud, quod eſt minus inflexum, proficiſciturque ad interiores radiationum extremitates, tranſire videlicet præter cultrorum acies majuſculo interjecto intervallo; idque intervallum, tum quum umbra inter binas illas radiationes apparere incipit, eſſe circiter $\frac{1}{800}$ partem unciæ: quod autem luminis tranſit propius & propius acies cultrorum; id utique magis adhuc magiſque eſſe inflexum, proficiſcique ad eas videlicet radiationum partes, quæ ſint a directo lumine longius longiuſque remotæ; quippe, quando cultri ad ſe invicem propius admoveantur uſque dum contingant plane inter ſe, eæ ſemper radiationum partes evaneſcunt poſtremæ, quæ fuerint a directo lumine maxime remotæ.

Obser-

Observatio VII.

In quinta obſervatione, fimbriæ non apparebant; ſed, propter nimiam foraminis in feneſtra latitudinem, adeo latæ erant factæ, ut ſibi invicem intermiſcerentur, adeoque in unum coirent continuum lumen in principio radiationum. Verum in ſexta obſervatione, prout cultri ad ſe mutuo admoverentur propius, paulo antequam umbra inter binas radiationes appareret, cerni cœptæ ſunt fimbriæ ab interioribus extremitatibus radiationum ex utraque parte directi luminis; tres videlicet ex una parte, factæ ab acie unius cultri; & tres ex altera parte, factæ ab acie alterius cultri. Diſtinctiſſimæ tum erant, cum cultri a foramine in feneſtra maximo diſtarent intervallo; & quanto anguſtius factum eſſet id foramen, tanto adhuc diſtinctiores videbantur iſtæ fimbriæ; adeo ut, ultra ternas ſupra memoratas, cernere nonnunquam potuerim languidum aliquod indicium etiam quartæ. Porro, pro eo ac cultri propius ad ſe invicem admoverentur; ita fimbriæ diſtinctiores perpetuo amplioreſque evadebant, uſquedum evaneſcerent. Prima omnium evaneſcebat fimbria exterior, deinde media, poſtremo interior. Cumque omnes porro evanuiſſent; lineaque luminoſa intermedia, valde lata eſſet facta, extendens ſeſe utroque in radiationes illas in quinta ſupra obſervatione memoratas; cœpit deinceps apparere umbra antedicta in medio hujus lineæ, eamque mediam diviſit in binas lineas luminoſas, ipſaque augebatur porro uſque, donec totum lumen evaneſceret. Utique tanta erat hæc fimbriarum amplificatio, ut radii qui ad fimbriam interiorem proficiſcuntur, viderentur amplius viginti partibus magis eſſe inflexi tum, quum illa prope eſſet ut evaneſceret, quam quum cultrorum alter eſſet ſubmotus.

Atque ex hac quidem & ſuperiore obſervationibus inter ſe collatis, id colligo: utique lumen primæ fimbriæ tran-

Digitized by Google

ſiiſſe præter cultri aciem, interjecto intervallo majore quam $\frac{1}{800}$ partis unciæ; lumenque ſecundæ fimbriæ tranſiiſſe majore intervallo interjecto, quam fecerat lumen primæ; lumenque tertiæ, majori adhuc intervallo quam lumen ſecundæ, lumen autem radiationum illarum in quinta & ſexta obſervationibus deſcriptarum, tranſiiſſe propius cultrorum acies, quam fecerat ulla fimbriarum.

Observatio VIII.

Cum duos cultros ita acui juſſiſſem, ut acies eis admodum exactæ atque rectæ eſſent datæ; mucroneſque ipſorum ita in tabulam infixiſſem, ut acies eorum & eſſent invicem obverſæ, & concurrentes prope a mucronibus angulum rectilineum continerent inter ſe: manubria eorum deinceps, interpoſita picis maſſula, interjunxi; ne poſſet angulus iſte torquendo variari. Diſtantia acierum cultrorum inter ſe, intervallo quatuor unciarum a puncto angulato ubi acies iſtæ concurrebant, erat $\frac{1}{8}$ unciæ; ideoque angulus, quem acies inter ſe concurrentes continerent, erat circiter gradus 1, 54′. Cultros hoc modo conjunctos, collocavi in radio Solis immiſſo in cubiculum meum tenebricoſum per foramen $\frac{1}{42}$ parte unciæ latum; collocabam autem eos ita, ut intervallo decem vel quindecim pedum ab iſto foramine diſtarent. Jamque excipiens id lumen, quod inter acies cultrorum tranſmitteretur, valde oblique ſuper normam albam ac lævem, intervallo ſemunciæ vel unciæ a cultris; vidi ibi fimbrias, quas effecerunt binæ cultrorum acies, porrectas ſecundum extremas cultrorum umbras in lineis ad umbrarum iſtarum extremitates parallelis, nec quicquam (quod quidem ſenſu percipi poſſet) ſe in latitudinem laxantes, donec concurrerent tandem in angulis qui eſſent æquales angulo iſti quem continerent inter ſe binæ cultrorum acies; ubi autem ita concurrebant & coibant, ibi ſine decuſſando penitus terminabantur. Verum
ſi

Digitized by Google

ſi norma jam multo majori intervallo a cultris diſtaret; fimbriæ, ubi longius aberant a concurſu ſuo, latitudine erant paulo minori; & latiores fiebant aliquanto, prout ad ſe invicem propius accedebant; cumque coirent, decuſſabantur deinceps, multoque quam antea fiebant uſque latiores.

Unde id colligo; utique diſtantias, quibus fimbriæ præter cultrorum acies tranſeunt, non augeri vel immutari appropinquatione mutua cultrorum inter ſe; verum angulos quidem, in quibus radii ibi inflectuntur, multum augeri iſta cultrorum appropinquatione; cultrumque qui ſit propior alicui radio, eum quidem determinare quam in partem inflectendus ſit iſte radius; cultrum autem alterum, ei inflexionem iſtam adaugere.

Observatio IX.

Cum radii inciderent valde oblique ſuper normam, intervallo $\frac{1}{3}$ unciæ a cultris; linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri unius, & linea obſcura inter primam & ſecundam fimbriam umbræ cultri alrerius, concurrebant inter ſe, intervallo $\frac{1}{7}$ unciæ ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum ſuarum concurſu tranſmittebatur. Ideoque diſtantia acierum cultrorum inter ſe, qua parte hæ lineæ obſcuræ concurrebant, erat $\frac{1}{160}$ pars unciæ. Nam ut quatuor unciæ, ad $\frac{1}{8}$ partem unciæ: ita eſt quævis longitudo acierum cultrorum, a puncto concurſus ſui dimenſa, ad diſtantiam acierum iſtarum inter ſe, qua parte eæ interjecto longitudinis iſtius intervallo a puncto concurſus diſtant: nimirum ita eſt $\frac{1}{7}$ pars unciæ, ad $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Itaque lineæ illæ obſcuræ ſupra memoratæ, concurrunt in medio ejus luminis, quod inter cultrorum acies tranſmittitur qua parte eæ diſtant inter ſe $\frac{1}{160}$ partem unciæ. Parſque dimidia ejus luminis tranſit præter aciem cultri unius, intervallo non majore $\frac{1}{320}$ partis unciæ, incidenſque in chartam exhibet ibi fimbrias umbræ cultri iſtius: pars autem alte-

ra

Digitized by Google

ra dimidia ejus luminis, tranſit præter aciem cultri alterius; intervallo itidem non majori $\frac{1}{160}$ partis unciæ; incidenſque in chartam, exhibet ibi fimbrias umbræ cultri alterius. Verum ſi charta illa, qua radii excipiantur, diſtet a cultris intervallo majori quam $\frac{1}{3}$ partis unciæ; jam lineæ obſcuræ ſupra memoratæ, concurrent inter ſe majori intervallo, quam $\frac{1}{3}$ partis unciæ, ab extremo illo lumine quod inter cultros in acierum ſuarum concurſu tranſmittitur: ideoque lumen quod incidit in chartam, qua parte lineæ iſtæ obſcuræ concurrunt inter ſe, tranſmittitur jam ipſum quidem inter cultros qua parte acies ipſorum diſtant inter ſe amplius $\frac{1}{160}$ parte unciæ.

Etenim, alio quodam tempore, cum iidem bini cultri collocati intervallo octo pedum ac quinque unciarum a parvo foramine in feneſtra, quod acicula (ut ſupra) feceram; lumen quod incidebat in chartam qua parte lineæ obſcuræ ſupra memoratæ concurrebant inter ſe, tranſmiſſum erat tunc inter cultros qua parte acies ipſorum diſtarent inter ſe intervallis in ſequenti tabula expreſſis, quum nimirum charta a cultris diſtaret intervallis in eadem itidem tabula deſcriptis.

Diſtantiæ chartæ a cultris, menſura unciaria expreſſa.	*Diſtantiæ acierum cultrorum inter ſe, partibus unciæ milleſimis expreſſa.*
$1\frac{1}{2}$	o'o12.
$3\frac{1}{3}$.	o'o2o.
$8\frac{3}{5}$.	o'o34.
32.	o'o57.
96.	o'o81.
131.	o'o87.

Atque

Atque hinc quidem id colligo; lumen, quod fimbrias exhibet in charta, non utique idem eſſe lumen in omnibus diſtantiis chartæ a cultris; ſed quum charta propius ad cultros admota ſit, tum ſcilicet fimbrias oriri ex radiis qui & propius præter acies cultrorum feruntur, & inflectuntur magis, quam quum charta majori interjecto intervallo a cultris diſtet.

Observatio X.

Quum cultrorum umbrarum fimbriæ inciderent ad perpendiculum in chartam magno intervallo objectam; videbantur eæ hyperbolarum forma ac ſpecie, menſuraſque habebant illas quæ ſequuntur. Sint C A & C B, [*Fig.* 3.] TAB. I. lineæ in charta ductæ, cultrorum aciebus parallelæ, & inter quas lumen omne inter cultros tranſmiſſum incideret utique, ſi id inter cultrorum acies plane ſine inflectendo foret tranſmiſſum. Sitque D E, linea recta per punctum C ducta; qua & anguli A C D, B C E, inter ſe fiant æquales; & lumen id omne, quod incidit in chartam a puncto ubi cultrorum acies concurrunt, terminetur. Porro, ſint *e i s*, *f k t*, & *g l v*, tres lineæ hyperbolicæ, repræſentantes terminum umbræ cultri unius, lineam obſcuram inter fimbrias primam & ſecundam iſtius umbræ, & lineam obſcuram inter fimbrias ſecundam & tertiam ejuſdem umbræ: & *x i p*, *y k q*, & *z l r*, aliæ tres lineæ hyperbolicæ, repræſentantes terminum umbræ cultri alterius, lineam obſcuram inter fimbrias primam & ſecundam umbræ iſtius, & lineam obſcuram inter fimbrias ſecundam & tertiam ejuſdem umbræ. Finge tres haſce hyperbolas, ſimiles & æquales eſſe tribus prioribus, eaſque in tranſverſum ſecare in punctis *i*, *k*, & *l*; umbraſque cultrorum terminari, & a primis fimbriis luminoſis diſtingui, lineis *e i s* & *x i p*; uſque eo donec fimbriæ illæ inter ſe concurrant; & ſeſe mutuo in tranſverſum ſecent; tumque deinde lineas iſtas fimbriis ipſis incurrere, &

tanquam totidem lineas tenebroſas ſecare eas in obliquum; terminantes deinceps primas luminoſas fimbrias ab interiore ſui parte, eaſque diſtinguentes ab alio quodam lumine, quod incipit porro apparere in *i*, illuminatque totum ſpatium triangulum *i p* D E *s*, definitum lineis illis obſcuris & linea recta D E. Jam quidem harum hyperbolarum aſymptotos una, eſt linea ipſa D E; alteræ autem earundem aſymptoti, parallelæ ſunt lineis C A & C B. Sit igitur *r v* linea ducta ubivis ſuper chartam, parallela aſymptoto D E; ſecetque hæc linea lineas rectas A C in *m* & B C in *n*, & lineas ſex hyperbolicas obſcuras in punctis *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*. Jamque dimetiendo diſtantias *p s*, *q t*, *r v*; indeque colligendo longitudines ordinatarum *n p*, *n q*, *n r*, vel *m s*, *m t*, *m v*; idque in diverſis diſtantiis lineæ *r v* ab aſymptoto D E: utique invenire poteris quot libuerit puncta harum hyperbolarum; indeque intelligere, lineas haſce curvas, eſſe ſcilicet hyperbolas, parum admodum diſtantes ab hyperbolis conicis: item dimetiendo lineas C *i*, C *k*, C *l*; invenire poteris alia harum curvarum puncta.

Exempli gratia: Cum cultri diſtarent a foramine in feneſtra, decem pedibus; chartaque a cultris, pedibus novem; anguluſque quem continebant inter ſe cultrorum acies, cui nimirum æqualis eſt angulus A C B, ſubtenderetur chorda quæ eſſet ad ſemidiametrum ut 1 ad 32; lineaque *r v* diſtaret ab aſymptoto D E, uncia dimidiata: dimenſus ſum lineas *p s*, *q t*, *r v*; invenique eas, 0'35, 0'65, 0'98 partes unciæ comparate; addendoque ad earum dimidias lineam $\frac{1}{2}$ *m n*, (quæ hic erat $\frac{1}{128}$ pars unciæ, ſive 0'0078;) ſummæ *n p*, *n q*, *n r*, erant 0'1228, 0'3328, 0'4978 unciæ. Dimenſus ſum quoque diſtantias fimbriarum, quæ porrigebant ſe inter *p q* & *s t*, *q r* & *t v*, & proxime ultra *r* & *v*; qua parte nimirum lumen ipſarum cujuſque clariſſimum erat: invenique eas 0'5, 0'8, & 1'17 uncias.

OBSER-

Digitized by Google

Observatio XI.

Cum Sol in cubiculum meum tenebricoſum colluceret per parvum rotundum foramen, quod in lamina plumbea feceram tenui acicula, ut ſupra; collocavi ad id foramen priſma, quo lumen refringeretur, depingeretque in oppoſito pariete imaginem coloratam talem, qualem in tertio experimento primæ partis primi libri deſcripſimus. Tumque inveni umbras corporum omnium in lumine illo colorato inter priſma & parietem collocatorum, fimbrias ſibi habere ejus ſolummodo coloris, qui eſſet luminis in iſta corpora eo tempore projecti. In lumine rubro ſaturo, fimbriæ hæ erant ex toto rubræ; nihil quicquam habentes, quod quidem ſenſu percipi poſſet, coloris cærulei aut violacei. Contra, in lumine cæruleo ſaturo, erant eædem ex toto cæruleæ; nihil ſibi habentes, quod quidem ſenſu percipi poſſet, coloris rubri vel flavi. Similiter, in viridi lumine, erant eædem ex toto virides; excepto quod paululum tum in eis ineſſet coloris flavi ac cærulei, qui nimirum colores in viridi priſmatis lumine erant adhuc aliqua portione admixti. Porro, comparans inter ſe fimbrias in luminibus diverſorum colorum exhibitas; obſervavi eas, quæ eſſent in lumine rubro exhibitæ, omnium eſſe maximas: quæ in lumine violaceo, minimas; quæque in lumine viridi, magnitudine intermedias. Etenim, cum fimbrias, quæ capilli humani umbræ adhærerent, dimetirer in tranſverſum umbræ, intervallo ſex unciarum a capillo; diſtantia inter partem mediam ſive luminoſiſſimam primæ ſive interioris fimbriæ ex una parte umbræ, & partem eandem fimbriæ conſimilis ei ex oppoſito reſpondentis ex altera parte umbræ, erat in lumine quidem rubro ſaturo $\frac{1}{37\frac{1}{4}}$ pars unciæ; in lumine autem violaceo ſaturo, $\frac{1}{46}$. Item ſimilis diſtantia inter medias ſive lumi-

noſiſſimas partes ſecundarum fimbriarum, ex utraque parte umbræ, erat, in lumine quidem rubro ſaturo, $\frac{1}{22}$; in violaceo autem, $\frac{1}{27}$ pars unciæ. Atque hæ quidem diſtantiæ fimbriarum inter ſe, eandem plane proportionem retinebant in omnibus diſtantiis a capillo, ſine ulla variatione quæ quidem ſenſu percipi potuerit.

Itaque radii, ex quibus fimbriæ iſtæ compoſitæ erant in lumine rubro, tranſibant præter capillum, majori interjecto intervallo, quam ii, ex quibus ſimiles compoſitæ erant fimbriæ in lumine violaceo. Quare capillus, in fimbriis iſtis conformandis, agebat ſimiliter in lumen rubrum, ſive radios minime refrangibiles, majori interjecto intervallo; ac in lumen violaceum, ſive radios maxime refrangibiles, minori interjecto intervallo: ſuaque iſta videlicet actione, digerebat lumen rubrum in fimbrias ampliores, violaceum in contractiores, radioſque coloribus intermediis in fimbrias magnitudinibus comparate intermediis; nihil interim omnino immutato luminis ullum genus colore.

Quum igitur capillus in prima ac ſecunda harum obſervationum, collocatus eſſet in radio albo luminis ſolaris; umbramque projiceret, ternis luminis colorati limbis fimbriatam; utique colores iſti non oriebantur ex novis ullis modificationibus, quas capillus ſcilicet radiis luminis impreſſerit; ſed ex variis duntaxat inflexionibus, quibus radii diverſorum generum a ſe invicem ſepararentur: qui quidem radii ante ſeparandum, compoſuerant, permixtione colorum ſuorum omnium inter ſe, radium album luminis ſolaris; verum quandocunque ſint a ſe invicem ſeparati, conſtituunt lumina diverſis illis coloribus, quibus ii exhibendis ſinguli natura apti ſunt facti. In hac undecima obſervatione, ubi colores jam erant ante a ſe invicem ſeparati, quam lumen præter capillum tranſiret; radii minime refrangibiles, qui, quandocunque ſint a reliquis ſeparati, colorem rubrum exhibent,

Digitized by Google

bibent, inflectebantur majori jam intervallo diſtantes a capillo; adeo ut ii ternas fimbrias rubras exhiberent, majori intervallo diſtantes à media parte umbræ capilli: radii autem maxime refrangibiles, qui, quandocunque ſint a reliquis ſeparati, colorem violaceum exhibent, inflectebantur minori jam intervallo diſtantes a capillo; adeo ut hi ternas fimbrias violaceas exhiberent, minori intervallo diſtantes a media parte umbræ capilli: & radii intermediis refrangibilitatis gradibus, inflectebantur intermediis jam intervallis diſtantes a capillo; adeo ut illi fimbrias intermediis coloribus exhiberent, intermediis intervallis diſtantes a media parte umbræ capilli. In ſecunda autem obſervatione, ubi colores univerſi permixti ſunt inter ſe in lumine albo prope capillum jam tranſeunte; colores illi ſeparantur ibidem per varias radiorum inflexiones: fimbriæque quas ii ſinguli exhibent, apparent ſimul omnes. Fimbriæque interiores, contiguæ exiſtentes inter ſe, conficiunt unam fimbriam latam, ex coloribus univerſis ordine diſpoſitis conſtantem; colore violaceo nimirum jacente ab interiori parte fimbriæ, proxime umbram; rubro ab exteriori parte fimbriæ, remotiſſime ab umbra; & cæruleo, viridi, ac flavo, in media parte fimbriæ. Item fimbriæ mediæ, ex coloribus ſingulis ordine itidem diſpoſitis conſtantes, & contiguæ jacentes inter ſe, conficiunt ſimiliter aliam fimbriam latam, ex coloribus univerſis compoſitam. Fimbriæque exteriores denique, ex coloribus ſingulis ordine diſpoſitis conſtantes, & contiguæ jacentes inter ſe, conficiunt tertiam fimbriam latam, ex univerſis itidem coloribus compoſitam. Hæ ſunt ternæ illæ fimbriæ luminis colorati, quibus in ſecunda obſervatione corporum omnium umbræ terminantur.

Cum præmiſſas obſervationes facerem, ſtatueram mecum pleraſque earum majori cum accuratione iterare, aliaſque aliquas de novo inſuper adjicere; quo nimirum id exploratum tandem haberemus, quem in modum & qua ratione radii luminis inflectantur inter tranſeundum prope corporum omnium extrema, ad conficiendas fimbrias illas

 colo-

coloratas cum lineis ſuis obſcuris interjectis. Verum ab hiice ſtudiis tum forte avocatus ſum; & non poſſum id nunc in animum meum inducere, ut ad ſtudia hæc intermiſſa iterum me referam. Quare, cum hanc inſtituti mei partem non abſolverim; concludam, proponendo ſolummodo Quæſtiones aliquas, quibus alii poſtea in hac materia ulterius proſequenda dirigi queant.

QUÆSTIO I.

Annon corpora agunt in lumen, interjecto aliquo intervallo; ſuaque illa actione, radios ejus inflectunt? Eoque fortior (cæteris paribus) eſt illa actio, quo id intervallum eſt minus?

QUÆSTIO II.

Annon radii, qui differunt inter ſe refrangibilitate, iidem flexibilitate quoque inter ſe differunt? Et diverſis ſuis ſingulorum inflexionibus ita porro a ſe invicem ſeparantur, ut ordinatim exinde in ternas illas fimbrias coloratas digerantur, ſupra memoratas? Item, Quemnam in modum inflectuntur radii, ad fimbrias illas conformandas?

QUÆSTIO III.

Annon radii luminis, inter tranſeundum prope corporum extremitates, inflectuntur ſæpius ultro citroque, motu quodam undante ac ſinuoſo, inſtar anguillæ? Ternæque luminis colorati fimbriæ ſupra memoratæ, ex ternis iſtiuſmodi inflexionibus oriuntur?

QUÆS-

Digitized by Google

QUÆSTIO IV.

Annon radii luminis, qui in corpora incidentes, reflectuntur vel refringuntur, inflecti incipiunt antequam ad corpora ipſa perveniunt? Et reflectuntur, refringuntur, atque inflectuntur, una eademque vi, varie ſe in variis circumſtantiis exerente?

QUÆSTIO V.

Annon corpora ac lumen agunt in ſe mutuo: corpora videlicet in lumen, emittendo id, reflectendo, refringendo, & inflectendo; lumen autem in corpora, ad ea calefacienda ſcilicet, motumque vibrantem, in quo calor conſiſtit, in partibus ipſorum excitandum?

QUÆSTIO VI.

Annon corpora nigra calorem de lumine ideo facilius, quam corpora colorata, concipiunt; quia luminis id, quod in illa incidit, non reflectitur extra, ſed ingreditur in ipſa corpora, intraque ea reflectitur ac refringitur ſæpius atque iterum uſque eo, donec reſtinguatur penitus & intercidat?

QUÆSTIO VII.

Annon ejus actionis, quæ mutua eſt inter lumen & corpora ſulphuroſa, vis illa fortior & validior ſuperius memorata, partim in cauſa eſt, quamobrem corpora ſulphuroſa ignem adeo concipiant facilius, & vehementius ardeant, quam alia corpora?

QUÆS-

Digitized by Google

QUÆSTIO VIII.

Annon corpora omnia fixa, quum ſint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen & ſplendent? Eaque luminis emiſſio, per motus vibrantes partium ſuarum efficitur? Et annon corpora omnia, quæ partibus abundant terreſtribus, & præſertim ſulphuroſis, lumen emittunt, quotieſcunque partes iſtæ ſatis ſint agitatæ; ſive id calore fiat, ſive attritu, ſive percuſſu, ſive putreſcendo, ſive motu aliquo vitali, ſive alia quavis de cauſa? ut aqua marina, ſæviente procella; argentum vivum, in vacuo agitatum; felis dorſum, vel equi collum, manu oblique in loco tenebricoſo affrictum; ligna, carnes, & piſces, dum putreſcunt; vapores ex aquis putridis, qui ignes fatui vulgo appellantur; metæ fœni ſegetiſve ſubhumidæ, fermenteſcentes; cicindelæ, & animalium quorundam oculi, motu quodam vitali; Phoſphorus Bononienſis, radiis luminis agitatus; phoſphorus vulgaris, corporis cujuſvis attritu, vel acidis aeris particulis, agitatus; electrum, & adamantes aliqui, feriendo, premendo, vel fricando: chalybis ſtrigmenta, ſilice decuſſa; ferrum ictibus malleorum calefactum, donec ſulphur ſibi injectum accendat; axes curruum, motu rotarum rapidiore incenſi; & certi liquores inter ſe permixti, quorum particulæ cum impetu concurrunt; ut oleum vitrioli a nitro pari pondere diſtillatum, dein dupla portione mixtum cum oleo caryophyllorum, ſive aniſi. Similiter globus vitreus, diametro circiter 8 aut 10 unciarum, machinæ verſatili infixus, ut circa axem ſuum motu celerrimo circumagatur; qua ſui parte vola manus appoſita inter volvendum confricetur, lucebit. Quod ſi eodem tempore charta alba, aut linteum album, vel etiam digitus extremus ita admoveatur, ut circiter quarta vel dimidia unciæ parte diſtet a vitro, qua parte motus ejus eſt celerrimus; vapor electricus frictione manus

Digitized by Google

manus e vitro excitatus, & ad chartam albam, linteum, vel digitum alliſus, ita agitabitur, ut lucem continuo emittat, efficiatque ut charta illa alba, linteum, vel digitus, tanquam cicindela, luceſcat: quin & e vitro erumpens, ea vi nonnunquam ad digitum allidetur, ut etiam tactu percipi queat. Quod idem quoque evenit, quando cylindrus e vitro electrove, longus & amplus, charta manu admota eouſque confricetur, donec vitrum incaluerit.

QUÆSTIO IX.

Annon Ignis, corpus eſt eouſque calefactum, ut copioſius lumen emittat? Quid enim aliud eſt ferrum candens, niſi ignis? Quidve aliud eſt carbo candens, niſi lignum eouſque calefactum, ut id lumen emittat?

QUÆSTIO X.

Annon Flamma, vapor eſt, fumus, ſive exhalatio candefacta; hoc eſt, calefacta uſque eo, ut lumen emittat? Corpora enim flammam non concipiunt, niſi ſi emittant fumum copioſum; qui porro fumus, ardet in flamma. Ignis fatuus, eſt vapor ſine calore lucens: & nonne eadem differentia eſt, inter iſtum vaporem & flammam; ac inter lignum putridum ſine calore lucens, & carbones candentes? Inter diſtillandum ſpiritus calidos, ſi caput alembici ſubmoveatur; vapor, qui ex alembico aſcendit, ignem concipiet de candela, & in flammam convertetur; eaque flamma ſerpet per vaporem, ab uſque candela ad alembicum. Aliqua corpora motu vel fermentatione calefacta, ſi utique calor iſte ſit magnus, fumum emittunt copioſum; ſique corpora ea ſatis admodum incaleſcunt, fumi iſti lucebunt & ſeſe in flammam convertent. Metalla liquefacta flammam non concipiunt, inopia fumi copioſi; zinctum ſi excipias, quod & fumum emittit copioſum, eoque & flam-

mas fundit. Corpora omnia quæ flammam alunt, ut oleum; ſebum, cera, lignum, carbones foſſiles, pix, & ſulphur; abſumuntur flamma ſua, & in fumos candentes abeunt. Qui quidem fumus, ſi extinguatur flamma, valde utique craſſus fit, & ſub aſpectum cadit, & nonnunquam etiam late olet; verum in flamma, amittit is omnem odorem ſuum ardendo: & pro hujus quidem fumi natura, flamma ipſa colores inſuper varios trahit; ut flamma ſulphuris, cæruleum; cupri, cujus partes ſublimato reſeratæ fuerint, viridem; ſebi, flavum; & camphoræ, album. Utique fumus, inter tranſeundum per flammam, fieri non poteſt quin candeſcat; & fumus candefactus, non poteſt non habere ſpeciem flammæ. Pulvis tormentarius, quum ignem concipit, abit in fumum flammantem. Carbo nimirum & ſulphur, ignem concipiunt facillime; nitrumque accendunt; nitrique ſpiritus inde in vaporem rareſactus, proruit cum exploſione; ſimiliter ac aquæ vapor, ex æolipila. Sulphur quoque, ut eſt volatile, convertit ſe itidem in vaporem; id quod exploſionem illam adauget. Adhæc, acidus ſulphuris vapor, (is videlicet, qui ſub campana diſtillat in oleum ſulphuris,) vi introdans ſeſe in corpus fixum nitri, ſpiritum nitri etiamnum expedit ac laxat, ingentemque excitat fermentationem; qua porro & calor augetur, nitrique corpus fixum rarefit in fumum, quo exploſio etiam adhuc vehementior fit atque acutior. Etenim ſi ſal tartari inſuper admiſceatur pulveri tormentario; eaque permixtio calefiat gradatim; uſque dum ignem concipiat; utique exploſio porro adhuc etiam amplius violenta atque acuta reddetur. Id quod nulla alia ſane ex cauſa oriri poteſt, quam ex actione vaporis pulveris tormentarii in ſalem tartari, qua ſal iſte rareſiat. Exploſio itaque pulveris tormentarii, oritur ex celeri ac violenta actione, qua tota permixtio ſubito & vehementer calefacta, rarefit utique & convertit ſe in fumum ſive vaporem: qui denique vapor, actionis iſtius violentia eodem tempore candefactus, flammæ nimirum ſpeciem exhibet.

QUÆS-

Digitized by Google

QUÆSTIO XI.

Annon corpora magna calorem ſuum conſervant diutiſſime, partibus ſuis ſe mutuo nimirum calefacientibus? Et nonne fieri poteſt, ut corpus magnum, denſum atque fixum, quum calefactum ſit ultra certum gradum, lumen utique emittat adeo copioſe, ut emiſſione illa ac reactione luminis ſui, & reflexionibus refractionibuſque radiorum intra occultos ſui meatus, incaleſcat adhuc uſque amplius; caloris nimirum plura perpetuo momenta ex hiſce cauſis trahens, quam refrigerationis ex aliis cauſis; donec ad certum tandem caloris gradum perveniat, qualis eſt calor Solis?

Item, Annon Sol & Stellæ fixæ, ingentes ſunt terrarum globi, vehementer calidi; quorum utique calor conſervatur corporum ipſorum magnitudine, & mutua actione ac reactione quæ eſt inter ipſa & lumen quod emittunt; & quorum partes quidem ne in fumos abeant, facit non modo ſua ipſorum adeo fixa admodum natura, verum etiam ingens pondus denſitaſque atmoſphærarum ſibi circumcirca incumbentium, & ingenti niſu undique comprimentium, & condenſantium vapores atque exhalationes quotquot ſeſe uſpiam emiſerint? Etenim ſi aqua in vaſe aliquo pellucido tepefiat: & aer deinde e vaſe exhauriatur; aqua iſta in vacuo ebulliet nihilo minus vehementer, quam ſi in vaſe igni impoſito calorem multo majorem in aperto aere concepiſſet. Nam atmoſphæræ incumbentis pondus, vapores deprimit; impeditque quominus aqua ebulliat, donec calorem contraxerit multo majorem, quam quo ad ejuſdem in vacuo ebullitionem excitandam opus ſit. Item, mixtura ſtanni & plumbi, ferro candenti in vacuo impoſita, fumum emittit, atque etiam flammam: eadem autem mixtura, in aperto aere, propter atmoſphæræ incumbentis pondus, ne fumum quidem, qui viſu percipi poſſit, emittit. Similiter fieri poteſt, ut ingens atmoſphæra, quæ globo Solis incum-

 bit,

Digitized by Google

bit, pondus, efficiat ne corpora ibi in vapores & fumos abire queant, niſi ope caloris longe majoris, quam qui eadem in terræ noſtræ ſuperficie facillime in vapores & fumos ſolveret; idemque illud ingens pondus, vapores & exhalationes, ſimul ac e Sole aſcendunt, ſtatim iterum condenſet; efficiatque, ut in Solis globum continuo recidant, caloremque ipſius actione ſua eodem modo adaugeant, quo aer in terra noſtra calorem ignis culinarii auget; itemque prohibeant ne ingens ille globus imminuatur, niſi forte luminis & vaporum quorundam exhalationumque admodum tenuium emiſſione.

QUÆSTIO XII.

Annon radii luminis, incidendo in fundum oculi, excitant vibrationes quaſdam in tunica retina; quæ quidem vibrationes, propagatæ inde per ſolidas nervorum opticorum fibras in cerebrum uſque, ſenſum ibi videndi excitent? Nam, quandoquidem corpora denſa conſervant calorem ſuum diutius; & ut quodque corpus denſiſſimum eſt, ita calorem ſuum diutiſſime conſervat; utique vibrationes partium ſuarum, natura ſunt durabili, adeoque propagari poſſunt in longinqua uſque ſpatia per ſolidas materiæ uniformis ac denſæ fibras, ad tranſmittendos in cerebrum videlicet motus ſenſuum omnium organis impreſſos. Etenim motus is, qui poſſit diu in una eademque parte alicujus corporis ſe conſervare; poterit itidem in longinquum propagari, ex una parte in aliam; modo id corpus homogeneum ſit ſcilicet, ne adeo motus iſte reflectatur forte, vel refringatur, vel interrumpatur & perturbetur per inæqualitatem aliquam in corpore.

QUÆS-

Digitized by Google

QUÆSTIO XIII.

Annon radii diverſorum generum, vibrationes excitant diverſa magnitudine; quæ ſcilicet vibrationes, pro ſua cujuſque magnitudine, ſenſus diverſorum excitent colorum; ſimili fere ratione, ac vibrationes aeris, pro ſua itidem ipſarum diverſa magnitudine, ſenſus ſonorum excitant diverſorum? Et nominatim, annon radii maxime refrangibiles, vibrationes excitant breviſſimas, ad ſenſum movendum coloris violacei ſaturi; radii minime refrangibiles, vibrationes longiſſimas, ad ſenſum coloris rubri ſaturi; & radii generum omnium intermediorum, vibrationes comparate intermedias, ad ſenſum colorum diverſorum intermediorum excitandum?

QUÆSTIO XIV.

Annon fieri poteſt, ut harmonia & diſcordia colorum, oriatur e proportionibus vibrationum propagatarum per nervorum opticorum fibras in cerebrum; ſimiliter ac harmonia & diſcordia ſonorum, oritur e proportionibus vibrationum aeris? Sunt enim alii colores, ſi juxta ſe invicem poſiti ſimul inſpiciantur, oculis grati, ut auri & indici; alii autem, minus grati.

QUÆSTIO XV.

Annon imagines rerum objectarum, ambobus oculis viſarum, coeunt in unum eo in loco, ubi nervi optici, antequam in cerebrum ingrediantur, conveniunt ac conjunguntur? fibris nimirum, quæ ſunt in dexteriori parte utriuſque nervi, coeuntibus illo in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a dexteriori parte capitis: fibriſque, quæ ſunt in ſiniſteriori parte utriuſque

Digitized by Google

nervi, coeuntibus itidem eodem in loco, & progredientibus deinceps conjunctim ad cerebrum per nervum qui eſt a ſiniſteriori parte capitis; duobus autem nervis illis poſterioribus, in cerebro demum ita in unum convenientibus, ut fibræ ipſorum unam duntaxat ibi imaginem conſtituant; cujus videlicet imaginis dimidium id, quod ſit a dexteriori parte ſenſorii, veniat a dextra parte amborum oculorum, per dextram partem amborum nervorum opticorum, ad locum ubi nervi illi coeunt, indeque per nervum a dexteriori parte capitis in ipſum cerebrum; dimidium autem alterum, quod ſit a ſiniſteriori parte ſenſorii, veniat ſimiliter a ſiniſtra parte amborum oculorum? Etenim nervi optici eorum animalium, quorum ambo oculi eodem ſpectant, (ut hominum, canum, ovium, boum, &c.) coeunt in unum antequam in cerebrum ingrediantur; at nervi optici illorum animalium, quorum ambo oculi non ſpectant eodem, (ut piſcium & chamæleontis,) vel non coeunt omnino, vel non ita in unum coeunt ut eorum capillamenta invicem intermiſceantur; ſiquidem vera audivi.

QUÆSTIO XVI.

Siquis in loco tenebricoſo alterutrum oculi ſui angulum digito comprimat, oculumque interea in partem contrariam avertat; videbit is circulum coloribus variegatum, eorum ſimilibus, qui in pluma caudæ pavoniæ conſpiciuntur. Si oculus & digitus immoti permaneant, colores iſti intra minutum ſecundarium evaneſcent: digiti autem preſſus frequentamento, identidem apparebunt. Annon hi colores oriuntur ex ſimilibus motibus excitatis jam digiti preſſu ac motu in fundo oculi, ac alias lumine ibi excitari ſolent ad ſenſum videndi movendum? Et annon hi motus ſemel excitati, permanent circiter minutum unum ſecundarium antequam ceſſent? Et quum aliquis oculi percuſſu, fulgorem quendam quaſi luminis coruſcantem ſibi videre videtur; annon

Digitized by Google

non iſtiuſmodi motus in tunica retina tum excitantur iſto percuſſu? Et quum carbo candens motu celerrimo in orbem actus, efficit ut totus iſte orbis videatur igneus; annon hoc ex eo evenit, quod motus in fundo oculi a radiis luminis excitati, natura ſua ſint durabiles, permaneantque uſque eo, donec carbo candens, peracto orbe, eodem loci reverterit? Et quandoquidem motus in fundo oculi lumine excitati, ita ſunt durabiles; annon natura utique ſunt vibrantes?

QUÆSTIO XVII.

Quum lapis in aquam ſtagnantem projectus ſit, undæ iſto percuſſu excitatæ, aliquandiu eo in loco, ubi lapis in aquam inciderat, oriri pergunt; indeque per aquæ ſuperficiem in circulis concentricis ad longa uſque intervalla propagantur. Item vibrationes ſive tremores in aere percuſſu aliquo excitati, a puncto percuſſus quoquoverſum in ſphæris concentricis ad longa uſque intervalla deferri aliquantiſper pergunt. Similiter itaque, cum radius luminis in corporis alicujus pellucidi ſuperficiem incidens, ibi refringitur aut reflectitur; annon fieri poteſt, ut vibrationum ſive tremorum undæ eo pacto in medio refringente aut reflectente ad punctum incidentiæ excitentur, atque etiam ſuboriri pergant, & propagentur, quando in fundo oculi, vel preſſu motuve digiti, vel carbonis candentis lumine, ſecundum experimenta jam memorata, ſint excitatæ? Iſtæque vibrationes, annon a puncto incidentiæ ad magna uſque intervalla propagantur? Et annon radios luminis, motus ſui celeritate prævertunt; eoſque identidem prævertendo, vices illas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus ſupra deſcriptas ingenerant? Etenim, ſi radii a denſiori parte vibrationis recedere conantur, fieri utique poteſt, ut a vibrationibus iſtis ſe identidem prævertentibus, accelerentur & retardentur alternis.

Digitized by Google

Quæstio XVIII.

Si in duobus amplis altiſque vitris cylindraceis inverſis, duo parva thermometra ita ſint ſuſpenſa, ut vitrum non contingant; aerque ex horum vitrorum altero ſit exhauſtus; vitraque hoc modo comparata, e loco frigido in calidum deferantur; utique thermometrorum id, quod erit in vacuo, incaleſcet nihilo minus, neque fere tardius, quam id quod non ſit in vacuo. Annon jam calor ille exterior trans vacuum defertur, vibrationibus medii cujuſdam longe, quam eſt aer, ſubtilioris; quod quidem medium, exhauſto aere, tamen adhuc in vacuo ſuperſit? Mediumque hoc annon id ipſum eſt, quo lumen refringitur & reflectitur, & cujus vibrationibus lumen calorem in corpora transfert, viceſque illas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus acquirit? Hujuſque medii vibrationes annon in corporibus calidis, ut eorum calor intenſior ſit & durabilior, efficiunt? Et corpora calida, annon calorem ſuum in frigida contigua transferunt, vibrationibus hujuſce medii e calidis in frigida propagatis? Atque medium hoc, annon longe longeque rarius eſt & ſubtilius quam aer, longeque etiam magis elaſticum & actuoſum? Et annon corpora omnia facillime permeat, perque cœlos univerſos vi ſua elaſtica eſt diffuſum?

Quæstio XIX.

Annon luminis refractio oritur ex denſitate medii hujus ætherii in locis diverſis diverſa; lumine nimirum a denſioribus partibus medii ſemper recedente? Et annon hujus medii denſitas major eſt in ſpatiis liberis & apertis, quæ ſint aere aliiſque corporibus craſſis vacua; quam intra aquæ, vitri, cryſtalli, gemmarum, aliorumque corporum denſorum poros? Etenim quum lumen per vitrum aut cryſtallum tranſmitti-

mittitur, & oblique admodum in ulteriorem ejus ſuperficiem incidens, ex toto reflectitur; reflexio illa ex toto, a denſitate potius & vigore medii quod eſt extra ultraque vitrum, quam ex ejuſdem raritate & imbecillitate, oriri debet.

QUÆSTIO XX.

Annon medium hoc æthereum, pro eo ut ex aqua, vitro, cryſtallo, aliiſque craſſis denſiſque corporibus in ſpatia vacua eatur, denſius evadit paulatim; eoque pacto radios luminis refringit, non ſimul & ſemel in uno puncto, ſed gradatim eos in curvas lineas flectendo? Et annon medii hujus condenſatio, quæ ita gradatim, ad uſque intervalla aliqua a corporibus porrigitur; eoque pacto in cauſa eſt, quamobrem radii luminis, qui prope corporum denſorum extrema interjecto aliquo intervallo tranſeunt, inflectantur.

QUÆSTIO XXI.

Annon hoc medium multo rarius eſt intra corpora denſa Solis, ſtellarum, planetarum & cometarum, quam in vacuis ſpatiis cœleſtibus interjectis? Et a corporibus iſtis ad uſque ingentia intervalla, annon denſius perpetuo denſiuſque evadit; eoque pacto efficit, ut & magna iſta corpora erga ſe invicem gravia ſint, & ipſorum partes ſingulæ erga ipſa corpora; omnibus nimirum corporibus, qua parte medium denſius eſt, ea ex parte recedere conantibus in partes rariores? Etenim, ſi hoc medium rarius ſit intra corpus Solis, quam in ejuſdem ſuperficie; & in ipſa ſuperficie rarius, quam interjecto extrinſecus centeſimæ partis unciæ unius a corpore Solis intervallo; & illo adhuc in loco rarius, quam interjecto quinquageſimæ partis unciæ a corpore Solis intervallo; & hoc poſtremo in loco rarius, quam in orbe Saturni: equidem nihil cauſæ video, quam-

Digitized by Google

obrem increſcenti denſitati uſquam locorum ullus conſtitutus ſit finis, quominus per omnia intervalla, & a Sole ad Saturnum, & adhuc uſque, porrigatur. Quæ quidem denſitas, quanquam, ingentibus interjectis intervallis, fortaſſe lentiſſimis augeatur accrementis; poterit tamen, ſiquidem vis elaſtica hujus medii admodum ſit magna, corpora vi ea omni, quam gravitatem appellamus, a denſioribus partibus medii ad rariores verſus impellere. Valde autem magnam eſſe medii hujuſce vim elaſticam, ex vibrationum ſuarum celeritate eſt colligere. Soni feruntur circiter 1140 pedes Anglicos, intra minutum temporis ſecundarium; & minutorum ſeptem octove primariorum ſpatio, circiter centum milliaria Anglica emetiuntur. Lumen a Sole ad nos defertur, circiter ſeptem octove minutorum primariorum ſpatio: quæ quidem inter Solem & terram diſtantia, eſt circiter 70000000 milliarium Anglicorum; ſiquidem Solis parallaxis horizontalis, ſit circiter 12″. Jam vero vibrationes ſive pulſus hujus medii, quo vices illas alternas facilioris reflexionis faciliorisque tranſmiſſus generare queant, lumine celeriores ſint oportet; & conſequenter amplius 700000 partibus celeriores quam eſt motus ſonorum. Vis igitur elaſtica hujus medii, pro ratione ſuæ denſitatis, debet eſſe amplius 700000 × 700000 (hoc eſt, amplius 490000000000) partibus major, quam eſt vis elaſtica aeris, pro ratione ſuæ itidem denſitatis. Nam velocitates pulſuum in mediis elaſticis, ſunt in ſubduplicata ratione elaſticitatum & raritatum mediorum, ſimul ſumptarum.

Quemadmodum attractio in parvis magnetibus fortior eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in majoribus; & gravitas in ſuperficiebus parvorum planetarum major eſt, pro ratione magnitudinis ipſorum, quam in ſuperficiebus planetarum magnorum; & electrica attractione agitantur corpora exigua, multo magis quam grandia: ita radiorum luminis exiguitate fieri poteſt, ut vis agentis, quo refringuntur, multo ſit fortior. Et ſimili ratione, ſi quis exiſtimet æ-

therem

therem conſtare poſſe (ſicuti & aer noſter conſtat) ex particulis a ſe invicem recedere conantibus, (iſte enim æther quid ſit non definio,) & ejus particulas longe tenuiores eſſe quam aeris, vel etiam luminis; utique mira particularum ejus tenuitate fieri poterit, ut fortior ſit vis qua iſtæ particulæ a ſe invicem recedant, atque inde ut medium iſtud longe magis ſit rarum magiſque elaſticum quam aer, & conſequenter corporum projectorum motui longe minus reſiſtat, longe autem magis corpora craſſa apprimat eo conatu, qui eſt ſeſe quoquoverſum expandendi.

QUÆSTIO XXII.

Annon planetæ & cometæ & craſſa corpora omnia movebuntur multo liberius, multoque eis minus reſiſtetur, in hoc æthereo medio, quam in ullo fluido quod ſpatium omne penitus nulliſque interjectis meatibus in totum compleat, quodque proinde multo denſius ſit quam argentum vivum aut aurum? Et reſiſtentia hujus medii annon adeo exigua eſſe poterit, ut inſtar nihili reputetur? Exempli gratia: Si ætherem hunc (id enim ei nomen quidni imponam?) exiſtimemus 700000 partibus magis elaſticum eſſe quam aerem noſtrum, atque etiam amplius 700000 partibus magis rarum; jam ejus reſiſtentia amplius 600000000 partibus minor foret, quam aquæ. Tam exigua autem reſiſtentia, per decem millia annorum vix planetarum motibus variationem ullam induceret, quæ ſenſu percipi poſſet. Quod ſi quis illud hic quærat, qui fieri poſſit ut medium aliquod tam ſit valde rarum; oſtendat is velim, quomodo aer noſter, in atmoſphæra ſuperiori, rarior eſſe queat quam aurum, amplius centies millies millenis partibus. Oſtendat inſuper, quomodo corpus electricum, quum fricetur, exhalationem emittere poſſit tam raram tamque ſubtilem & tamen eodem tempore tanta vi præditam, ut quamvis emiſſione ipſius nihil quicquam de corporis electrici pondere (quod

Digitized by Google

quidem ſenſu percipi queat) diminuatur, ipſaque per ſphæram diametro amplius binorum pedum ſit uſquequaque diffuſa, valeat tamen, intervallo amplius pedali a corpore electrico, auri cuprive bracteas agitare & ſurſum ferre: quove pacto magnetis effluvia tam rara atque ſubtilia eſſe poſſint, ut per laminam vitream tranſeuntibus minime reſiſtatur, neque de eorum vi quicquam diminuatur; & tamen tanta eſſe vi prædita, ut acum magneticam ultra vitrum poſitam facile circumagant.

Quæstio XXIII.

Annon Viſus efficitur præcipue medii hujuſce vibrationibus, quæ in fundo oculi radiis luminis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia, nervorum opticorum capillamenta, uſque in ſentiendi locum propagentur? Et Auditus, annon efficitur vel hujuſce vel alius cujuſdam medii vibrationibus, quæ tremoribus aeris in nervis auditoriis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia nervorum iſtorum capillamenta ad uſque ſentiendi locum propagentur? Et ſimiliter in reliquis ſenſuum?

Quæstio XXIV.

Annon motus animalis, medii ejuſdem efficitur vibrationibus; quæ in cerebro poteſtate voluntatis excitentur, indeque per ſolida, pellucida, & uniformia nervorum capillamenta, in muſculos, eorum contrahendorum ac dilatandorum gratia, propagentur? Nervorum capillamenta ſingula, ſolida eſſe pono & uniformia; ut motus vibrans medii ætherei, per ea uniformiter & non interrupte ab uſque uno extremo ad alterum propagetur: nam obſtructiones nervorum, paralyſin inducunt. Quo autem ſatis uniformia ſint, exiſtimo ea pellucida eſſe ſingula; quamvis reflexiones luminis in cylindraceis ipſorum ſuperficiebus, efficiant ut totus

tus.

Digitized by Google

tus nervus (ex capillamentis permultis compoſitus) opacus videatur & albus. Etenim opacitas oritur ex ſuperficiebus reflectentibus, quæ medii hujuſce motibus turbandis & interrumpendis aptæ ſint.

QUÆSTIO XXV.

Annon aliæ ſunt adhuc radiorum luminis proprietates congenitæ, præter eas quæ hactenus deſcriptæ ſunt? Utique aliam congenitam proprietatem, aperit nobis refractio *cryſtalli Iſlandicæ*; quam quidem primo deſcripſit *Eraſmus Bartholinus*; accuratius autem poſtea *Hugenius*, in libro ſuo *de lumine* gallice edito. Eſt cryſtallus iſta, lapis pellucidus & fiſſilis; aquam, vel cryſtallum de rupe, pelluciditate æquiparans; coloris expers; caloris adeo patiens, ut etiam candefieri poſſit, nec tamen in poſterum tranſlucere deſinat; & calore vehementiſſimo in calcem redigitur, nec tamen liqueſcit. In aqua diem unum vel alterum macerata, polituram ſuam naturalem amitti. Panno affricta, attrahit ſibi ſtramenta, & alia corpora levia; inſtar electri, vel vitri. Et, cum aqua forti, ebullitionem ciet. Videtur eſſe lapis ejus generis, quod vulgo talcum appellant. Invenitur ea fere ſpecie, quæ eſt parallelopipedi obliqui; lateribus ſex parallelogrammis, & octo angulis ſolidis. Parallelogrammorum anguli obtuſi, ſunt graduum 101, 52′; acuti autem, graduum 78, 8′. Angulorum ſolidorum duo, ſibi invicem ex adverſo oppoſiti, E & C, [*Fig.* 4.] continentur ternis angulis obtuſis; reliqui autem ſex, angulis obtuſis ſingulis, & binis acutis. Findit ſe facile in plana, quæ ſint laterum cuivis parallela; in alia autem plana, non item. Findit ſe in ſuperficiem politam & nitentem, non illam quidem perfecte planam, ſed aſperam aliquantillum & inæqualem. Interraditur facillime; &, propter nimiam mollitiem, ægre admodum perpolitur. Politur melius ſuper vitro lævi & ſpeculari, quam ſuper metallo; & adhuc melius for- TAB. I.

Digitized by Google

taſſe in pice, corio, aut membrana. Oportebit autem deinceps oleo vel ovi albumine defricari, ad raſuras implendas & lævigandas; quo demum pacto, valde perlucida evadet & expolita. Verum ad plurima quidem experimenta, nihil opus eſt ut poliatur. Si hujus lapidis cryſtallini fruſtum, libro typis impreſſo imponatur; literæ ſingulæ, per cryſtallum iſtam inſpectæ, gemina quadam refractione videbuntur binæ. Et, ſi quis luminis radius in quamlibet ejus ſuperficiem incidat, vel ad perpendiculum, vel quovis obliquo angulo; dividitur is continuo, gemina iſta refractione, in duos radios. Quorum quidem radiorum uterque eodem eſt colore, ac ipſe radius incidens; & inter ſe etiam pares, ad quantitatem luminis, vel ferme pares videntur. Duarum iſtarum refractionum altera eo modo efficitur, quomodo ex uſitatis optices legibus effici debet: ita nimirum, ut ſinus incidentiæ ex aere in hanc cryſtallum, eam habeat rationem ad ſinum refractionis, quam habent 5 ad 3. Altera, quæ appellari poteſt refractio inuſitata, efficitur ſequenti lege.

Sit A D B C, ſuperficies cryſtalli refringens; C, angulorum ſolidorum ad iſtam ſuperficiem maximus; G E H F, ſuperficies ex adverſo oppoſita; & C K, linea iſti ſuperficiei perpendicularis. Hæc linea perpendicularis, cum cryſtalli acie extrema C F, angulum continet graduum 19, 3′. Junge K F; & in ea ſume K L ita, ut angulus K C L ſit graduum 6, 40′; angulus autem L C F, gradum 12, 23′. Quo facto, ſi jam linea S T repræſentet radium aliquem luminis incidentem ad T, quovis angulo, in ſuperficiem refringentem A D B C; eſto T V radius refractus; is autem, quis ſit, invenietur ex data illa proportione ſinuum, 5 ad 3, ſecundum uſitatas optices leges. Ducatur deinde V X, parallela & æqualis lineæ K L; ducatur autem ita, ut jaceat illa ad eaſdem partes a V, ad quas L jacet a K; & junge T X; eritque hæc linea T X, radius refractus alter, inuſitata videlicet refractione delatus a T ad X. Jam

Digitized by Google

Jam ſi igitur radius ille incidens S T, incidat utique ad perpendiculum in ſuperficiem refringentem; erunt bini iſti radii T V & T X, in quos ille refringendo erit diſpertitus, paralleli facti lineis C K & C L: altero nimirum iſtorum radiorum ſe ad perpendiculum per cryſtallum tranſmittente, quomodo ex uſitatis optices legibus fieri debet; altero autem T X, per refractionem inuſitatam, divergente a linea perpendiculari, & continente cum ea angulum V T X, graduum circiter $6\frac{2}{3}$; uti experientia quidem compertum eſt. Atque hinc planum V T X, eique ſimilia plana, quæ quidem parallela ſunt plano C F K, appellari poterunt *plana perpendicularis refractionis*: & plaga ea, quo ſpectant lineæ K L & V X, a K & V ductæ, appellari poterit *plaga inuſita refractionis*.

Simili ratione, *cryſtallus de rupe* geminam habet refractionem. Verum differentia duarum refractionum minor eſt, nec tam manifeſta, quam in cryſtallo Iſlandica.

Quum radius S T, qui in primam cryſtalli Iſlandicæ ſuperficiem inciderat, diſpertitus eſt in duos radios T V & T X; iique duo radii, ad poſteriorem cryſtalli ſuperficiem perveniunt; radius ille T V, qui in prima ſuperficie refractus fuerat ratione uſitata, idem, in ſecunda ſuperficie, uſitata iterum ratione integer refringetur; radiuſque alter T X, qui in prima ſuperficie refractus fuerat ratione inuſitata, idem, in ſecunda ſuperficie, inuſitata iterum ratione integer refringetur: adeo ut hi ambo radii emerſuri ſint e ſecunda illa ſuperficie, in lineis primo incidenti radio S T parallelis.

Quod ſi duarum cryſtalli Iſlandicæ portionum altera poſt alteram ita ſit collocata, ut poſterioris ſuperficies ſingulæ, ſint prioris ſuperficiebus ſingulis comparatæ parallelæ; jam radii illi, qui in prioris cryſtalli ſuperficie prima, refringebantur ratione uſitata, iidem uſitata iterum ratione refringentur in poſterioribus ſuperficiebus omnibus: & qui radii in prioris cryſtalli ſuperficie prima, refringebantur ratione inuſi-

Digitized by Google

inuſitata, iidem inuſitata iterum ratione in poſterioribus omnibus ſuperficiebus refringentur. Quod idem quoque ſimiliter evenit, quocunque modo ad ſe invicem inclinatæ fuerint cryſtallorum ſuperficies; dummodo plana ſua refractionis perpendicularis, ſint inter ſe parallela.

Eſt igitur congenita quædam radiorum luminis differentia, qua fit ut, in hoc quidem experimento, radiorum alii perpetuo refringantur ratione uſitata, alii autem perpetuo ratione inuſitata. Etenim ſi differentia iſta non eſſet congenita, ſed oriretur ex novis modificationibus, quæ quidem in prima refractione radiis imprimerentur; utique ea novis itidem modificationibus, in tribus ſequentibus refractionibus, porro immutaretur. Immutatur autem nequaquam; ſed eadem manet perpetuo, unumque ac eundem in radiis effectum obtinet in refractionibus illis univerſis. Quare refractio inuſitata, pendet ex congenita quadam radiorum proprietate. Idque adhuc inquirendem reſtat, annon etiamnum aliæ ſint aliquæ proprietates congenitæ radiorum, quas humana nondum obſervavit perſpicacia.

QUÆSTIO XXVI.

Annon radiorum luminis diverſa ſunt latera, diverſis proprietatibus congenitis prædita? Etenim, ſi plana perpendicularis refractionis ſecundæ cryſtalli, poſita ſint ad rectos angulos cum planis perpendicularis refractionis primæ cryſtalli; jam radii qui in trajectu primæ cryſtalli refringebantur ratione uſitata, iidem omnes in trajectu ſecundæ refringentur ratione inuſitata; & qui radii in trajectu primæ cryſtalli refringebantur ratione inuſitata, iidem omnes in trajectu ſecundæ refringentur ratione uſitata. Quare non ſunt duo diverſa radiorum inter ſe natura ſua differentium genera, quorum alteri quidem perpetuo & in omni poſitu refringantur ratione uſitata, alteri autem ſemper & in omni poſitu refringantur ratione inuſi-

tata

Digitized by Google

tata: ſed duo illa radiorum genera in experimento jam ſupra in 25ᵗᵃ quæſtione memorato, hoc ſolum inter ſe differebant, quod radii, pro diverſo ſuo poſitu, diverſis ſuis lateribus ſpectabant plana perpendicularis refractionis cryſtalli. Nam, in præſenti experimento, unus idemque radius refringitur alias uſitata ratione, alias inuſitata; pro eo, quo poſitu latera ipſius ſint ad cryſtallos converſa. Si eadem radii alicujus latera, ſpectent ad eaſdem partes utriuſque cryſtalli; jam radius iſte refringetur una eademque ratione in utraque cryſtallo. Sin autem radii latus id, quod quod converſum ſit ad plagam inuſitatæ refractionis prioris cryſtalli, diſtet nonaginta gradibus ab eo ejuſdem radii latere, quod ſpectet ad plagam inuſitatæ refractionis ſecundæ cryſtalli; (quod quidem effici poteſt, ita convertendo ſecundam cryſtallum, ut illa diverſo jam poſitu priorem cryſtallum, & conſequenter radios ipſos luminis, ſpectet;) jam radius iſte refringetur diverſis rationibus in diverſis cryſtallis. Ut definire poſſis, utrum radii, qui incidunt in ſecundam cryſtallum, refringendi ſint ratione uſitata, an vero inuſitata; nihil aliud opus eſt, quam ut ſecunda illa cryſtallus ita convertatur, ut ejus plaga inuſitatæ refractionis ſit ab hoc vel illo radii latere poſita. Quare unuſquiſque radius ita conſiderari poterit, ut in eo quatuor concipiantur plagæ ſive latera; quorum quidem duo inter ſe ex adverſo oppoſita, faciant ut radius toties refringatur ratione inuſitata, quoties alterutrum eorum converſum ſit ad cryſtalli plagam inuſitatæ refractionis; reliqua autem duo, quoties eorum quidem alterutrum converſum ſit ad plagam *inuſitatæ refractionis*, non tamen efficiant ut radius alia ulla, præterquam uſitata, ratione refringatur. Quorum itaque laterum priora quidem duo, appellari poterunt *latera* inuſitatæ refractionis. Et quoniam hæ diſpoſitiones in radiis inerant, antequam ii in ſecundam, tertiam, & quartam binarum cryſtallorum ſuperficiem inciderent; nec quicquam omnino immutabantur hæ diſpoſitiones, (quod quidem

percipi potuerit,) refractione radiorum in tranſitu ſuo per iſtas ſuperficies; radii autem refringebantur unis eiſdemque legibus in unaquaque ſuperficierum quatuor: videtur utique, haſce diſpoſitiones radiis fuiſſe congenitas, nec prima refractione quicquam omnino fuiſſe immutatas; verum earum quidem ipſarum efficientia, radios in primam ſuperficiem cryſtalli primæ incidentes, refractos fuiſſe; alios quidem ratione uſitata, alios vero inuſitata; pro eo ac ipſorum latera inuſitatæ refractionis, tunc temporis vel ſpectarent plagam inuſitatæ refractionis iſtius cryſtalli, vel ſitu ei tranſverſo eſſent poſita.

Habent igitur ſinguli radii luminis, bina latera inter ſe ex adverſo oppoſita, quibus quidem lateribus congenita eſt proprietas ea, e qua pendet refractio inuſitata; altera autem bina latera, proprietatis iſtius expertia. Idque adhuc inquirendum reſtat, annon etiamnum aliæ proprietates ſint luminis, quibus latera radiorum differant & inter ſe diſtinguantur.

Hactenus laterum radiorum differentiam ita explicavi, ut radios in primam cryſtallum ad perpendiculum poſuerim incidentes. Verum, ſi oblique incidant, idem plane erit experimenti exitus. Qui radii in prima cryſtallo refringuntur ratione uſitata, iidem in ſecunda cryſtallo refringentur ratione inuſitata; quoties binarum cryſtallorum plana perpendicularis refractionis, ſint inter ſe, ut ſupra, ad rectos angulos poſita: & contra.

Si binarum cryſtallorum plana perpendicularis refractionis, ſint inter ſe neque parallela, neque ad perpendiculum poſita, ſed angulum acutum contineant; jam duorum iſtorum radiorum e prima cryſtallo emergentium uterque dividetur inſuper in binos radios, in ingreſſu ſecundæ cryſtalli. Etenim, in hoc caſu, radioli, ex quibus uterque duorum iſtorum radiorum conſtat, habebunt alii latera ſua inuſitatæ refractionis, alii autem latera ſua altera, converſa ad plagam inuſitatæ refractionis ſecundæ cryſtalli.

QUÆS-

Digitized by Google

QUÆSTIO XXVII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quas uſque adhuc in id confinxerunt philoſophi, ut phænomena luminis per novas radiorum modificationes explicarent? Non enim pendent phænomena illa ex novis modificationibus, (quomodo commenti ſunt phyſici;) ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus.

QUÆSTIO XXVIII.

Annon errantes ſunt hypotheſes illæ omnes, quibus lumen in preſſu quodam, ſeu motu per medium fluidum propagato, conſiſtere fingitur? Nam in his omnibus hypotheſibus phænomena luminis uſque adhuc ita explicarunt philoſophi, ut ea ex novis quibuſdam radiorum modificationibus oriri poſuerint. Quæ eſt opinio errans.

Si lumen conſiſteret in preſſu ſolummodo, propagato ſine motu actuali; utique non poſſet id agitare & calefacere corpora, quæ id refringunt & reflectunt. Si lumen conſiſteret in motu, propagato ad omnia intervalla in puncto temporis; jam ad motum iſtum generandum opus eſſet vi infinita, ſingulis momentis, in particulis ſingulis lucentibus. Et, ſi lumen conſiſteret vel in preſſu vel in motu, propagato per medium fluidum; ſive in momento id fieret, ſive in ſpatio temporis; utique futurum eſſet, ut id in umbram ſeſe inflecteret. Etenim preſſus vel motus in medio fluido, ultra quodvis obſtaculum, quod partem aliquam motus impediat, propagari non poteſt in lineis rectis; ſed omnino ſeſe inflectet & diffundet quaquaverſus, in medium quieſcens quod ultra id obſtaculum jaceat. Vis gravitans, deorſum tendit: attamen aquæ preſſus, qui ex vi gravitatis oritur, tendit quaquaverſus vi æquabili; & pari facilitate, paribuſque etiam viribus, propagatur in latus, ac

 deorſum;

Digitized by Google

deorſum; & per curvas vias, ac per rectas. Undæ in ſuperficie aquæ ſtagnantis, dum oras lati cujuſvis obſtaculi prælerlabuntur, quod eas partim impedit; inflectunt ſeſe & dilatant diffunduntque gradatim, in aquam ultra id obſtaculum quieſcentem. Undæ, pulſus, ſeu vibrationes aeris, in quibus ſoni conſiſtunt, inflectunt ſe manifeſto, licet non tantum quantum undæ aquæ. Nam ſonus campanæ vel tormenti bellici audiri poteſt trans montem, cujus interpoſitu corpus id quod ſonum emittit, ne poſſit oculis cerni, intercluditur; & ſoni propagantur pari facilitate per tubas incurvas, ac per rectas. At lumen nunquam compertum eſt vias incurvas ingredi, nec ſeſe in umbram inflectere. Nam ſtellæ fixæ, planetarum cujuſvis interpoſitu, continuo evaneſcunt; itemque Solis partes aliquæ, interpoſitu Lunæ, Mercurii, aut Veneris. Radii, qui proxime ipſas alicujus corporis extremitates tranſeunt, inflectuntur quidem aliquantillum, corporis iſtius actione; quomodo ſupra eſt expoſitum: verum hæc quidem inflexio, non ad umbram verſus, ſed ad contrarias fit partes; idque in ipſa duntaxat tranſitione radii prope corpus extremum. Simul ac id corpus prætervectus ſit, recta deinceps progreditur.

Inuſitatam cryſtalli Iſlandicæ refractionem ope preſſus vel motus propagati explicare, nemo (quod ſciam) uſque adhuc conatus eſt, præter unum *Hugenium*; qui quidem ad hunc finem duo diverſa in iſta cryſtallo ineſſe media vibrantia confinxit. Verum ipſe, poſtquam refractiones iſtius cryſtalli, quænam eſſent, in binis fruſtis adpoſitis expertus fuiſſet; eaſque tales, quales ſupra expoſitæ ſunt, comperiſſet; faſſus eſt ſe ad eas explicandas, quo ſe verteret, plane jam neſcire. Etenim preſſus vel motus a lucente corpore per medium uniforme propagati, neceſſe eſt ut ſint ab omni ſui parte conſimiles. At radios luminis, per experimenta illa in binis cryſtallis facta, conſtat in diverſis ſuis lateribus diverſas habere proprietates. Suſpicatus eſt *Hugenius*, ætheris pulſus, inter tranſeundum per primam cryſtal-

cryſtallum, acquirere ſibi poſſe novas quaſdam modificationes; quibus utique efficeretur, ut iidem in ſecunda cryſtallo, per hoc vel illud deinceps medium, pro poſitu iſtius cryſtalli, propagarentur: at quales illæ modificationes eſſent, explicare non potuit: nec * quicquam omnino comminiſci, quod ſibi ipſi poſſet facere ſatis. Quod ſi is illud porro intellexiſſet, utique inuſitatam refractionem non ex novis modificationibus, ſed ex congenitis & immutabilibus radiorum proprietatibus pendere; jam & hoc ei viſum fuiſſet nihilo minus difficile explicatu, quemadmodum diſpoſitiones iſtæ, quas ille a prima cryſtallo radiis impreſſas exiſtimavit, in eis jam ante, quam in iſtam cryſtallum inciderent, ineſſe potuerint; &, in univerſum, qui fieri poſſit, ut omnes radii, quos corpora lucida emittunt, diſpoſitiones iſtas in ſe ab initio & ab uſque prima ſua origine habeant. Mihi ſane hæc res nullos omnino videtur habere poſſe explicatus, ſi lumen nihil ſit aliud quam preſſus quidam vel motus per ætherem propagatus.

Porro, ex his hypotheſibus, illud etiam nihilo minus difficile eſt explicatu, qui fieri poſſit, ut radii ſint alternatim in vicibus facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. Niſi quis hoc forte ſibi comminiſci velit; utique in omni loco ineſſe duo mediaætherea vibrantia; quorum quidem alterius vibrationes, lumen conſtituant; vibrationes autem alterius, quoniam celeriores fingentur, efficiant, quoties prioris vibrationes illas prævertunt, ut illæ prioris vibrationes ſint in iſtis vicibus. Verum qui fieri queat, ut per ſpatium univerſum diffuſa ſint duo ætherum genera, quorum hoc in illud, & illud conſequenter in hoc viciſſim aget, nec tamen mutuos ſuos motus retardent, diffringant, diſpergant & perturbent; concipi utique non poteſt. Quominus autem cœli mediis fluidis (niſi ſupra modum rara ſint illa)

 repleri

* *Mais pour dire comment cela ſe fait, je n'ai rien trouvé juſqu'ici, qui me ſatiſfaſſe.* Hugen. de la lumiere, c. 5. pag. 91.

repleri debeant, faciunt omnino planetarum & cometarum per ſpatia cœleſtia undique & quaquaverſum regulares atque durabiles motus. Inde enim liquet, ſpatia cœleſtia omnis ſenſibilis reſiſtentiæ, & conſequenter omnis ſenſibilis materiæ, experti eſſe.

Etenim vis reſiſtens mediorum fluidorum, oritur partim ex attritu partium medii, & partim ex vi inertiæ materiæ. Quæ pars reſiſtentiæ corporis ſphærici, oritur ex attritu partium medii; ea eſt quamproxime ut diameter, vel, ad ſummum, ut factum ex diametro & velocitate corporis iſtius ſphærici. Quæ autem illius reſiſtentiæ pars, oritur ex vi inertiæ materiæ; ea eſt ut quadratum ejuſdem facti. Atque hac quidem differentia, diſtingui poterunt inter ſe bina illa reſiſtentiæ genera in quovis medio. Diſtincta autem illa cum fuerint, apparebit reſiſtentiam corporum, quæ quidem idonea ſint magnitudine, & idonea aliqua velocitate moveantur in aere, aqua, argento vivo, vel quovis iſtiuſmodi fluido, oriri fere totam ex vi inertiæ partium fluidi.

Jam quidem ea pars reſiſtentiæ cujuſvis medii, quæ oritur ex tenacitate, frictu, vel attritu partium medii, diminui poterit, dividendo materiam in minores partes, efficiendoque ut partes eæ magis lubricæ fiant & lævigatæ: At vero ea reſiſtentiæ pars, quæ oritur ex vi inertiæ, proportione reſpondet denſitati materiæ; & diminui nequit, nec dividendo materiam in partes minores, nec alia ulla ratione, niſi ita ſi denſitas ipſa diminuatur. Atque hiſce de cauſis, mediorum fluidorum denſitas proportione reſpondet reſiſtentiæ ipſorum quamproxime. Qui liquores parum inter ſe differunt denſitate; ut aqua, ſpiritus vini, ſpiritus reſinæ terebinthinæ, oleum calidum, & ſimilia; iidem etiam parum inter ſe differunt vi reſiſtente. Aqua tredecim vel quatuordecim partibus levior eſt, quam argentum vivum; & conſequenter 13 vel 14 partibus rarior: & ejuſdem vis quidem reſiſtens, tanto vel circiter tanto minor eſt quam argenti vivi; uti in pendulis experiendo comperi. Aer apertus,

Digitized by Google

apertus, quem ſpiritu ducimus, octingentis vel nongentis partibus levior eſt quam aqua; & conſequenter totidem partibus rarior: & ejuſdem vis quidem reſiſtens, eadem vel fere eadem proportione minor eſt quam aquæ; uti in pendulis ſimiliter experiendo comperi. Porro in tenuiori aere, vis reſiſtens uſque diminuitur; donec tandem, rareſcente ulterius aere, minor ea facta ſit quam quæ ſenſu omnino percipi queat. Nam plumulis in aperto aere cadentibus, multum quidem reſiſtitur: at eædem in vitro alto, e quo aer, quam poterat maxime, exhauſtus fuerit, pari celeritate, ac plumbum ipſum vel aurum, cadere cernuntur: uti ſæpius expertus ſum. Unde videtur ſane reſiſtentia uſque diminui, qua proportione denſitas ipſa diminuitur fluidi. Neque enim ullis experimentis comperio, corpora quæ moventur in argento vivo, aqua, vel aere, aliam ſibi ullam offendere reſiſtentiam ſenſibilem, præter eam quæ ex illorum ipſorum fluidorum ſenſibilium denſitate & tenacitate oritur: quam tamen aliam aliquam reſiſtentiam omnino offendere deberent, ſi occultos fluidorum iſtorum meatus, & quidem alia etiam ſpatia omnia, repleret aliud adhuc ſubtile atque denſum fluidum. Jam, ſi reſiſtentia in vaſe, e quo aeris quam poterat plurimum exhauſtum fuerat, centum duntaxat partibus minor eſſet, quam in aperto aere; utique illa ipſa circiter decies centenis millibus partium minor foret, quam reſiſtentia argenti vivi. Atqui reſiſtentia in iſtiuſmodi vaſe evacuato, multo quam dictum eſt minor eſſe videtur; multoque etiam adhuc minor in cæleſtibus ſpatiis, intervallo trecentorum vel quadringentorum milliarium in altitudinem, vel adhuc longius a terra. Oſtendit enim D. *Boylius*, aerem in vaſis vitreis amplius decies millies ſolito rariorem fieri poſſe. Spatia autem cœleſtia multo magis vacua ſunt aere, quam ullum ſpatium quod nos quidem hic poſſimus evacuaſſe. Etenim, cum aer compreſſus ſit atmoſphæræ incumbentis pondere; denſitas autem aeris, proportionalis ſit vi eum comprimenti; ſequitur utique,

Digitized by Google

que, poſito calculo, aerem, intervallo circiter ſeptem milliarium Anglicorum a terra in altitudinem, quadruplo rariorem eſſe, quam in ſuperficie terræ; intervallo quatuordecim milliarium, decies & ſexies rariorem quam in ſuperficie terræ; intervallo milliarium 21, 28, vel 35, circiter 64, 256, vel 1024 partibus rariorem eſſe, comparate; & intervallo milliarium 70, 140, vel 210, partibus circiter 1000000, 1000000000000, vel 1000000000000000000 rariorem eſſe; & ſic deinceps.

Calor multum facit ad fluiditatem, diminuendo tenacitatem corporum. Fluida reddit multa corpora, quæ alioqui fluida non ſunt; augetque fluiditatem liquorum tenacium, ut olei, balſami, mellis; eorumque vim reſiſtentem eo pacto imminuit. At aquæ vim reſiſtentem non multum imminuit; quod utique facere deberet, ſiquidem aquæ reſiſtentiæ pars aliqua notatu digna oriretur ex attritu vel tenacitate partium ſuarum. Quare aquæ vis reſiſtens oritur præcipue & fere tota, ex vi inertiæ materiæ ſuæ. Et conſequenter, ſi ſpatia cœleſtia æque denſa eſſent, ac aqua; haberent utique vim reſiſtendi non multo minorem, quam aqua: ſi æque denſa eſſent, ac argentum vivum; vim reſiſtendi haberent non multo minorem, quam argentum vivum: ſi perfecte planeque denſa eſſent, ſive materiæ plena, ſine ullo omnino ſpatio vacuo; quantumvis licet fluida & ſubtilis eſſet ea materia; vim reſiſtendi tamen haberent majorem, quam argentum vivum. Globus plane ſolidus, in iſtiuſmodi medio, amitteret amplius dimidiam motus ſui partem, interea dum ſpatium ternas ſui diametros longum percurreret. Et globus non plane ſolidus, (qualia ſunt planetarum corpora,) citius ſiſteretur. Quo itaque locus ſit diuturnis & regularibus planetarum cometarumque motibus, omnino neceſſe eſt ut ſpatia cœleſtia omni materia ſint vacua; niſi forte excipiendi erunt tenuiſſimi aliqui vapores, exhalationes, vel effluvia, quæ oriantur ex atmoſphæris terræ, planetarum & cometarum; & æthereum

Digitized by Google

reum aliquod medium longe longeque rariſſimum, quale ſupra deſcripſimus. Fluidum denſum, nullo modo utile eſſe poteſt ad explicanda phænomena naturæ; quando planetarum quidem & cometarum motus, ope gravitatis, melius explicantur ſine illo. Nihil aliud facere poſſet iſtiuſmodi fluidum, niſi ut magnorum illorum corporum motus interturbaret & retardaret, efficeretque ut naturæ ordo langueſceret; & in occultis corporum meatibus, nihil aliud quam ſiſteret partium ſuarum motus vibrantes, in quibus calor ipſorum & vis omnis actuoſa conſiſtit. Porro, ut ad nullam rem utile eſt iſtiuſmodi fluidum; e contrario autem impediret operationes naturæ, languidioreſque eas redderet; ita nulla firma ratio eſt, quæ nos adducat ut exiſtere id omnino credamus; ideoque penitus rejiciendum eſt. Quod ſi illud rejectum erit; rejicientur ſimul hypotheſes eæ, quibus lumen in preſſu vel motu per iſtiuſmodi medium propagato conſiſtere fingitur.

Iſtiuſmodi autem medium ut rejiciamus, auctores nobis ſunt antiquiſſimi illi & celeberrimi Græciæ Phœniciæque philoſophi; qui principia philoſophiæ ſuæ, ſpatium inane, atomos, & gravitatem atomorum poſuerunt; tacite attribuentes vim gravitatis, alii alicui cauſæ a materia denſa diverſæ. Cujus quidem cauſæ phyſici recentiores, in rebus naturæ ſpeculandis, nullam rationem habuerunt; hypotheſium commenta confingentes, quibus phænomena omnia ex mechanicis legibus explicarent; & contemplationem aliarum cauſarum, in metaphyſicam rejicientes. Cum, e contrario, philoſophiæ naturalis id revera præcipuum ſit & officium & finis, ut ex phænomenis ſine fictis hypotheſibus arguamus, & ab effectis ratiocinatione progrediamur ad cauſas, donec ad ipſam demum Cauſam primam (quæ ſine omni dubio mechanica non eſt) perveniamus; nec mundi mechaniſmum ſolummodo explicemus, verum etiam inſuper & præcipue ut haſce & hujuſmodi quæſtiones tandem expediamus; *Quidnam ineſt in ſpatiis materia fere vacuis?*

Digitized by Google

& *unde eſt quod Sol & planetæ ad ſe invicem gravitent ; ſine materia denſa interjecta ? Qui fit, ut natura nihil agat fruſtra ?* & *unde orta eſt eximia illa mundi univerſi ſpecies & pulchritudo ? Quem in finem facti ſunt cometæ ?* & *unde eſt quod planetarum curſus ſit unus omnium, unaque directione in orbibus concentricis ferantur eodem omnes ; cum cometæ in orbibus valde admodum excentricis undique & quaquaverſum ferantur in omnes cæli partes ?* & *quidnam eſt quod impedit, quominus ſtellæ fixæ in ſe mutuo irruant ? Qui fit, ut corpora animalium tam exquiſita ſint arte atque conſilio fabricata ? & quos ad fines conformatæ ſunt diverſæ ipſorum partes ? Fierine potuit, ut oculus ſine ſcientia opticees fuerit conſtructus ? aut auris, ſine intelligentia ſonorum ? qui fit, ut motus corporis obſequantur imperio voluntatis ? & unde eſt inſtinctus ille quem vocant, in animalibus ? Annon ſenſorium animalium, eſt locus cui ſubſtantia ſentiens adeſt, & in quem ſenſibiles rerum ſpecies per nervos & cerebrum deferuntur, ut ibi præſentes a præſente ſentiri poſſint ?* Atque his quidem rite expeditis, *annon ex phænomenis conſtat, eſſe Entem incorporeum, viventem, intelligentem, omnipræſentem, qui in ſpatio infinito, tanquam ſenſorio ſuo, res ipſas intime cernat, penituſque perſpiciat, totaſque intra ſe præſens præſentes complectatur ; quarum quidem rerum id quod in nobis ſentit & cogitat, imagines tantum ad ſe per organa ſenſuum delatas, in ſenſoriolo ſuo percipit & contuetur ?* Utique ſi verus omnis in hac philoſophia factus progreſſus, non quidem ſtatim nos ducit ad Cauſæ primæ cognitionem ; at certe propius propiuſque nos ad eam perpetuo adducit, eaque re permagni eſt æſtimandus.

QUÆSTIO XXIX.

Annon radii luminis exigua ſunt corpuſcula, e corporibus lucentibus emiſſa ? Etenim iſtiuſmodi corpuſcula per media

media uniformia tranſmitti debebunt in lineis rectis, ſine inflectendo in umbram; quo quidem modo tranſmittuntur radii luminis. Poterunt quoque diverſas habere proprietates, iſtaſque proprietates inter tranſeundum per diverſa media immutabiles conſervare: quæ & ipſa itidem radiorum luminis eſt natura. Corpora pellucida agunt in radios luminis, per intervallum aliquod interjectum; quum eos refringunt, reflectunt, & inflectunt: radiique viciſſim corporum iſtorum particulas, per interjectum aliquod intervallum, agitant, ad ea calefacienda: atque hæc quidem actio & reactio, quæ eſt per intervallum aliquod interjectum, ad vim attrahentem corporum valde admodum videtur ſimilitudine accedere. Si refractio efficiatur attractione radiorum; conſequens erit, ut ſinus incidentiæ debeant ad ſinus refractionis in data eſſe proportione; ſicuti in *Principiis* noſtris *Philoſophiæ* oſtenſum eſt: atque hæc quidem regula, experientia comprobatur. Radii luminis inter tranſeundum e vitro in vacuum, inflectuntur ad vitrum verſus; &, ſi nimium oblique in vacuum incidant, revertuntur in vitrum, & ex toto reflectuntur. Atque hujus quidem reflexionis cauſa attribui non poteſt reſiſtentiæ vacui, ſed omnino vi alicui in vitro, quæ radios jam in vacuum exeuntes retrahat & reducat. Etenim, ſi poſterior vitri ſuperficies, aqua, vel oleo limpido, vel melle liquido & pellucido madefiat; jam radii, qui alioqui reflecterentur, tranſibunt in iſtum liquorem. Ex quo apparet, radios non ante reflecti, quam ad poſtremam ipſam vitri ſuperficiem pervenerint, perque eam exire incipiant. Si ex ea egredientes, incidant jam in liquorum aliquem prædictorum, utique progredi, qua cœperint, pergunt; quia vitri attractio paribus fere virium momentis e contraria parte æquatur, & ne effectum ſuum obtineat impeditur, attractione contrario liquoris ſibi adhærentis: ſin autem radii e poſteriore illa ſuperficie egredientes, incidant in ſpatium vacuum, quod, cum vim attrahentem nullam habeat, vitri attractionem æquiparare

& irritam reddere non poſſit; jam vitri attractio eos vel detorquendo refringit, vel reducendo reflectit. Atque hoc quidem adhuc clarius apparere poterit, committendo inter ſe bina priſmata vitrea, vel bina vitra teleſcopiorum prælongorum objectiva, quorum quidem alterum planum ſit, alterum autem aliquantulum convexum; eaque ita comprimendo, ut nec plane ſe inter ſe contingant, nec nimio tamen intervallo diſtent. Jam enim id luminis, quod in vitri prioris ſuperficiem poſteriorem incidat, qua parte vitra iſta inter ſe intervallo non amplius $\frac{1}{1000000}$ partis unciæ diſtent, tranſmittetur per ſuperficiem illam, perque aerem vel vacuum vitris interjectum, & in vitrum ſecundum ingredietur; quomodo expoſitum eſt in obſervationibus 1ma, 4ta & 8va primæ partis libri ſecundi. Sin autem vitrum ſecundum ſubmoveatur; jam id luminis, quod e ſecunda ſuperficie primi vitri egreditur in aerem vel vacuum non utique illac progredietur, verum revertetur in vitrum primum, & reflectetur. Ex quo apparet, radios vi aliqua, quæ inſit in primo vitro, retrahi; quippe cum nihil ſit aliud, quod efficere poſſit ut ii revertantur. Porro, ad colorum varietatem omnem, diverſoſque refrangibilitatis gradus producendos; nihil aliud opus eſt, quam ut radii luminis ſint corpuſcula diverſis magnitudinibus: quorum quidem ea, quæ ſint minima, colorem conſtituant violaceum, utique tenebricoſiſſimum & languidiſſimum colorum; eademque omnium facillime, ſuperficierum refringentium actione, de via recta detorqueantur: reliqua autem, ut eorum quodque in magnitudinem excedit, ita colores exhibeant fortiores & clariores, utique cæruleum, viridem, flavum, & rubrum; itemque eadem proportione difficilius uſque & difficilius de via detorqueantur. Adhæc, quo radii luminis alternas habeant facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vices, nihil aliud opus eſt, quam ut ii exigua ſint corpuſcula; quæ vel attractione ſua, vel alia aliqua vi, vibrationes quaſdam in medio, in quod agunt, excitent:

quæ

Digitized by Google

quæ quidem vibrationes, radiis celeriores exiſtentes, prævertant eos ſucceſſive, & ita agitent, ut velocitatem ipſorum augeant imminuantque alternis, adeoque vices illas in ipſis generent. Denique inuſitata illa cryſtalli Iſlandicæ refractio, valde admodum veriſimile eſt, ut efficiatur vi aliqua attrahente, quæ inſit in certis lateribus tum radiorum luminis, tum particularum cryſtalli. Nam ſi non virtus aliqua ſive vis iſtiuſmodi, in alteris ineſſet lateribus particularum cryſtalli, in alteris non item; quæ quidem vis, radios detorqueret & flecteret ad partes refractionis inuſitatæ; utique fieri non poſſet, ut radii qui in cryſtallum ad perpendiculum incidant, eo verſus, potius quam aliorſum, tum in ingreſſu tum in egreſſu ſuo ita refringerentur, ut ad perpendiculum itidem emergerent per contrarium jam ſitum plagæ inuſitatæ refractionis in ſuperficie ſecunda; cryſtallo nimirum uſque in radios agente, poſtquam ii per illam tranſmiſſi, jamjam in aerem, vel, ſi placet, in vacuum emergunt. Et, quoniam cryſtallus, iſta vi ſua, non agit in radios, niſi tum cum & radiorum latera inuſitatæ refractionis altera, ad plagam iſtam cryſtalli ſint conversa; apparet in radiorum quoque lateribus illis ineſſe vim ſive virtutem aliquam, quæ correſpondeat vi iſti quæ eſt in cryſtallo, eo fere modo quo binorum magnetum poli ſibi invicem reſpondent. Quæ quidem magnetum virtus, ſicut augeri & imminui poteſt, nec niſi in ſolis magnetibus atque in ferro invenitur; ita vis hæc refringendi radios ad perpendiculum incidentes, major eſt in cryſtallo Iſlandica, in cryſtallo de rupe minor, necdum in aliis corporibus obſervata eſt ulla. Non hoc ita intelligi velim, ut hanc virtutem magneticam eſſe affirmare videar: videtur ea diverſi eſſe generis. Hoc tantum affirmare velim; utique, quæcunque demum ea vis ſit, vix concipi poſſe qui fieri queat ut radii luminis, niſi ſint illi exigua corpuſcula, vim aliquam habeant in binis laterum ſuorum permanentem, quæ eadem in alteris eorum lateribus eodem

 tempo-

tempore non inſit; idque nulla habita ratione, quo poſitu ipſi reſpiciant ſpatium ſive medium per quod tranſmittantur.

Quid in hac quæſtione velim, cum dicam vacuum, & attractiones radiorum luminis adverſum vitrum aut cryſtallum; intelligi poteſt ex iis quæ ſupra dicta ſunt in quæſtionibus 18va, 19na, & 20ma.

QUÆSTIO XXX.

Annon corpora craſſa & lumen in ſe mutuo converti & tranſmutari poſſunt? & annon fieri poteſt, ut corpora vim ſuam actuoſam plurimum accipiant a particulis luminis, quæ in eis componendis inſunt? Etenim corpora omnia fixa, quum ſint calefacta, lumen emittunt tamdiu, dum ſatis calida permanent: & lumen viciſſim immittit ſe & inhæret in corporibus, quoties radii ejus in particulas ipſorum impingunt: quomodo ſupra eſt expoſitum. Nullum corpus, quod ſciam, minus aptum eſt ad lucendum, quam aqua: attamen aqua diſtillationibus repetitis convertit ſe in terram fixam; uti experiendo comperit D. *Boylius*. Jamque terra illa, idonei caloris patiens facta, lucem æque, ac alia corpora, calefaciendo emittit.

Ut corpora tranſmutentur in lumen, & lumen in corpora, valde admodum congruens eſt naturæ ordini & rationi; quæ in iſtiuſmodi converſionibus quaſi delectari videtur. Aqua, quæ eſt ſal admodum fluidus & ſaporis expers, calore convertitur in vaporem, qui eſt genus quoddam aeris; frigore autem in glaciem, quæ eſt lapis durus, pellucidus, fragilis, & ad liquandum aptus: atque hic quidem lapis, revertitur in aquam calore; vapor autem, frigore. Terra, calore fit ignis; & frigore, revertitur in terram. Corpora denſa, fermenteſcendo rarefiunt in varia genera aeris; & aer iſte fermentatione, nonnunquam etiam ſine fermentatione, revertitur in corpora denſa. Argentum

vivum

Digitized by Google

vivum ſpeciem habet & formam, interdum metalli fluidi, interdum metalli duri & fragilis; interdum ſalis pellucidi & rodentis, quem ſublimatum appellant; interdum terræ pellucidæ, volatilis, albæ, & ſapore carentis, quam mercurium dulcem vocant; interdum terræ rubræ, opacæ & volatilis, quam cinnabarin appellant; interdum præcipitati rubri, vel albi; & interdum ſalis fluidi: diſtillando, convertit ſe in vaporem: agitatum in vacuo, lucet inſtar ignis: &, poſt omnes has tranſmutationes, revertitur iterum in argentum vivum. Ova ex corporibus minoribus, quam ut ſenſu percipi queant, explicant ſe paulatim in magnitudinem, & in animalia convertuntur: gyrini, in ranas; vermiculi, in muſcas. Aves omnes, beſtiæ, piſces, inſecta, arbores, & univerſum herbarum genus, cum ſingulis ſuis inter ſe valde diverſis partibus, accreſcunt ex aqua & tincturis aquoſis & ſalibus: eademque omnia putreſcendo, revertuntur in humores aquoſos. Porro, aqua in aperto aere aliquot dies expoſita, tincturam inducit, quæ (inſtar tincturæ hordei macerati & incocti,) progrediente tempore, ſedimentum habet & ſpiritum; ante putreſcendum autem, alimentum præſtat tum animalibus tum plantis. Inter has autem tot tamque varias miraſque tranſmutationes, quidni & lumen ſimiliter vertat natura in corpora, & corpora in lumen?

QUÆSTIO XXXI.

Annon exiguæ corporum particulæ certas habent virtutes, potentias, ſive vires; quibus, per interjectum aliquod intervallum, agant, non modo in radios luminis, ad eos reflectendos, refringendos, & inflectendos; verum etiam mutuo in ſe ipſæ, ad producenda pleraque phænomena naturæ? Satis enim notum eſt, corpora in ſe invicem agere per attractiones gravitatis, virtutiſque magneticæ & electricæ. Atque hæc quidem exempla, naturæ ordinem & rationem, quæ ſit, oſtendunt; ut adeo veriſimillimum

limum ſit, alias etiam adhuc eſſe poſſe vires attrahentes. Etenim natura valde conſimilis & conſentanea eſt ſibi. Qua cauſa efficiente hæ attractiones peragantur, in id vero hic non inquiro. Quam ego attractionem appello, fieri ſane poteſt ut ea efficiatur impulſu, vel alio aliquo modo nobis ignoto. Hanc vocem attractionis ita hic accipi velim, ut in univerſum ſolummodo vim aliquam ſignificare intelligatur, qua corpora ad ſe mutuo tendant; cuicunque demum cauſæ attribuenda ſit illa vis. Nam ex phænomenis naturæ illud nos prius edoctos oportet, quænam corpora ſe invicem attrahant, & quænam ſint leges & proprietates iſtius attractionis; quam in id inquirere par ſit, quanam efficiente cauſa peragatur attractio. Attractiones gravitatis, virtutiſque magneticæ & electricæ, ad ſatis magna ſe extendunt illæ quidem intervalla; adeoque etiam ſub vulgi ſenſum notitiamque ceciderunt: at vero fieri poteſt, ut ſint præterea aliæ quoque aliquæ, quæ tam anguſtis finibus contineantur, ut uſque adhuc omnem obſervationem fugerint. Et fortaſſe attractio electrica ad iſtiuſmodi exigua intervalla extendi poteſt, etiamſi non excitetur frictione.

Nam, quum ſal tartari fluit per deliquium, annon hoc efficitur attractione aliqua, quæ eſt mutua inter particulas ſalis tartari, & particulas aquæ, quæ vaporum ſpeciem habentes circum in aere volitant? Et cur non ſal vulgaris, vel ſal nitrum, vel vitriolum, fluit itidem per deliquium; niſi quod iſtiuſmodi attractionis expers ſit? Et cur ſal ipſe tartari, poſtquam aquam, pro quantitate ſui, certa portione ex aere exhauſerit, deinceps non amplius imbibit; niſi quod, poſtquam aqua ſaturatus ſit, vi illa attrahente deinceps careat? Et unde eſt, niſi ab hac vi attrahente, quod aqua, quæ per ſe ipſa vel leni admodum tepore diſtillat, e ſale tartari tamen diſtillando elici non poteſt niſi magno calore? Et annon ejuſmodi quoque vi attrahenti, quæ inter particulas olei vitrioli & particulas aquæ mutua ſit, attribuendum eſt, quod oleum vitrioli aquam ſatis magna portione

tione ad ſe ex aere eliciat; cum autem ſemel ſaturatum ſit, deinceps non amplius imbibat; & in diſtillando, aquam ægre admodum dimittat? Et quum aqua & oleum vitrioli in unum vas infuſa, concaleſcunt intermiſcendo; annon ex calore illo apparet, magnum excitatum eſſe motum in particulis liquorum? & annon ex motu illo apparet, binorum iſtorum liquorum particulas inter miſcendum magna cum vi coaleſcere, & conſequenter ad ſe invicem motu cum accelerato irruere? Et quum aqua fortis vel ſpiritus vitrioli, ſcobi ferreæ ſuperfuſus, magno eam cum calore & ebullitione diſſolvit; annon calor & ebullitio iſta oritur ex violento partium motu? & annon ex motu iſto apparet, acidas liquoris particulas in partes metalli magna cum vi irruere, & violenter ſe in occultos earum meatus ingerere; donec inter exteriores metalli grumulorum particulas, & maſſulas ipſas, ſeſe introdantes, & exterioribus illis particulis factæ jam undique circumfluæ, disjungant eas ſingulatim a maſſulis ſuis, efficiantque ut ſolutæ in aqua innatent? Et quum acidæ liquoris particulæ, quæ per ſe ſolæ ſatis leni calore diſtillarent, a metalli tamen particulis diſtillando avelli & ſeparari non poſſunt, niſi forte ingenti admodum & violento calore; annon hoc illud confirmat, utique eſſe inter eas iſtiuſmodi attractionem mutuam?

Quum ſpiritus vitrioli, ſali vulgari vel ſali nitro affuſus, ebullitionem ciet, & coaleſcit cum ſale; &, in diſtillando, ſpiritus ſalis vulgaris vel ſalis nitri multo facilius, quam antea, aſcendit; ſpiritus vitrioli autem pars acida, infra in vaſe reſtat: annon hinc colligi poteſt, fixum alkali ſalis, acidum vitrioli ſpiritum fortius utique, quam ſuum ipſius ſpiritum ſalis, ſibi attrahere; &, quoniam utrumque ſimul detinere non poteſt, ſuum ipſius dimittere? Et quum oleum vitrioli e nitro pari pondere diſtillatur, & ex utriſque elicitur ſpiritus nitri compoſitus; iſteque ſpiritus, dupla portione, affuſus oleo caryophyllorum, vel oleo ex cari ſeminibus, vel oleo cuivis ponderoſo ex plantarum vel anima-

Digitized by Google

lium partibus, vel oleo reſinæ terebinthinæ cum admixto balſamo ſulphuris parva portione ad ſpiſſamentum, concaleſcit uſque adeo inter commiſcendum, ut etiam flammam ex ſe continuo concipiat: annon permagnus ille & ſubitaneus calor hoc indicat, utique binos iſtos liquores maxima cum vi permiſceri inter ſe, eorumque particulas inter miſcendum ad ſe invicem motu cum accelerato irruere, & violentiſſimo impetu inter ſe confligere & collidi? Et annon eidem cauſæ tribuendum eſt, quod ſpiritus vini probe rectificatus, & compoſito illi ſpiritui jam dicto affuſus, flamma ſubitanea coruſcat? & quod pulvis fulminans, quem vocant, ex ſulphure, nitro, & ſale tartari compoſitus, ictu magis ſubito magiſque violento, quam etiam pulvis ipſe tormentarius, diſploditur? acidis nimirum ſulphuris nitrique ſpiritibus ad ſe invicem & ad ſalem tartari tanto cum impetu irruentibus, ut concuſſu & colliſu ſuo pulverem ſimul omnem vehementi ebullitione rarefaciant, & in vaporem atque flammam disjiciant? Utique, ubi corporum inter ſe permixtorum diſſolutio cum lentiori fit motu, ibi ebullitio & ipſa quoque lenta eſt, & cum leniori calore: ubi diſſolutio celerior fit, ibi & ebullitio quoque major eſt, & cum majori calore: & ubi diſſolutio fit tota ſimul, ibi ebullitio quoque fit quaſi in momento temporis per ſubitam violentamque exploſionem, & cum calore nihilo minore quam ignis ipſius & flammæ. Sic quum compoſitus ille ſpiritus nitri ſupra dictus drachmæ unius pondo, in olei ex cari ſeminibus pondo dimidiam drachmam ſuperinfuſus erat in vacuo; flammam continuo concepit miſtura illa, cum diſploſu inſtar pulveris tormentariis; diffregitque vitrum aere evacuatum, in quo incluſa fuerat; quanquam habebat id quidem in amplitudinem uncias ſex, in altitudinem octo. Quinimo ſulphur ipſum craſſum & impuratum, ſi in pulverem redigatur, & cum ſcobe ferrea pari pondere commixtum, adjecto aquæ paululo, in firmitatem farinæ aqua ſubactæ depſatur; aget in ferrum, & intra quinque aut ſex horarum ſpatium,

ſpatium, concaleſcet ita ut manibus tractari nequeat, & etiam flammam emittet. Atque ex his quidem omnibus experimentis; ſi eodem tempore conſideremus quam multum ſit ſulphuris intra terram, & quam calidæ ſint partes interiores terræ; fonteſque fervidos contemplemur, monteſque ardentes, mephiteſque ſubter terram ſubitaneas, & vapores inflammabiles, coruſcationes metallicas, terræ motus, exhalationes æſtuoſas & ſuffocantes, ventorum turbines, immaneſque aquæ marinæ in cœlum uſque elatos & contortos vortices; utique intelligere poterimus, omnino ita comparatam eſſe terram, ut in viſceribus ejus abundent vapores ſulphuroſi, qui cum mineralibus fermenteſcere debeant, & interdum ignem concipere, cum ſubita coruſcatione & diſploſu; & ſi forte in cavernis ſubterraneis arcte incluſi contineantur, vehementer conquaſſare terram, & cavernas ejus diſrumpere, quemadmodum cuniculi pulvere tormentario repleti terram ſuffoſſam mira cum violentia disjiciunt: quod cum accidit, tum vapores exploſione iſta generatos, per occultos terræ meatus expirare, aſtuoſoſque ſentiri & ſuffocantes; procellaſque, turbines & tempeſtates ciere, efficereque nonnunquam ut terræ tractus de locis ſuis tranſportentur, ebulliatque mare, & guttatim ſubvehantur in cœlum aquæ, quæ deinceps acervatim & vorticoſo pondere corruant, quaſi e nubibus effuſæ. Præterea, exhalationes quædam ſulphuroſæ omni tempore, quando terra ſit ſiccior, in aerem aſcendentes, fermenteſcunt ibi cum acidis nitroſis; & nonnunquam ignem concipientes, fulmina generant, & tonitrua, aliaque meteora ignea. Abundat enim aer vaporibus acidis fermenteſcendo aptis; uti videre eſt ex eo, quod ferrum & cuprum rubiginem in aere tam facile contrahant, igniſque accendatur ſufflando, cordiſque pulſus in animalibus reſpiratione conſervetur. Jam vero hi, quos diximus, motus, tanti ſunt tamque violenti, ut ex eis ſatis appareat, utique in fermentationibus particulas corporum, quæ ferme quieverant, novis motibus cieri a principio aliquo

Digitized by Google

præpotente, quod in eas nonniſi tum agat, quum inter ſe valde propinquæ ſint; efficiatque ut eæ concurrant inter ſe & collidantur magna vi, motuque illo concaleſcant, & diſfringentes conterenteſque ſe invicem, evaneſcant in aerem, vaporem, & flammam.

Quum ſal tartari per deliquium in ſolutionem cujuſvis metalli infuſus, metallum præcipitat, efficitque ut id limi ſpecie in fundo ſubſidat; annon ex hoc apparet, acidas liquoris particulas fortius utique ſale tartari, quam a metallo, attrahi; adeoque fortiori illa attractione, ad ſalem tartari e metallo tranſduci? Similiter, quum ſolutio ferri in aqua forti, diſſolvit cadmiam injectam, ſuumque ferrum dimittit; vel quum ſolutio cupri, diſſolvit ferrum ſibi immiſſum, dimittitque cuprum; vel quum ſolutio argenti, diſſolvit cuprum, argentumque ſuum dimittit; vel quum ſolutio argenti vivi in aqua forti, ſuperfuſa ferro, cupro, ſtanno vel plumbo, diſſolvit id metallum & argentum vivum dimittit: annon hoc indicat, acidas aquæ fortis particulas fortius utique ad cadmiam attrahi, quam ad ferrum? fortiuſque ad ferrum, quam ad cuprum? & ad cuprum, quam ad argentum? itemque fortius ad ferrum, cuprum, ſtannum vel plumbum, quam ad argentum vivum? Et annon eidem cauſæ tribuendum eſt, quod ad ferrum diſſolvendum ſaturandumque, plus aquæ fortis opus ſit, quam ad cuprum; & ad cuprum plus opus ſit, quam ad reliqua metalla: itemque quod ferrum metallorum omnium facillime diſſolvatur, rubiginemque facillime contrahat; deinceps autem, cuprum?

Quum oleum vitrioli commixtum eſt cum aquæ paululo, vel fluxit per deliquium; & inter diſtillandum aqua illa ægre aſcendit, ſubvehitque ſecum partem aliquam olei vitrioli, ſpecie ac forma ſpiritus vitrioli; iſteque ſpiritus, ferro, cupro, vel ſali tartari affuſus, coaleſcit cum illo, & dimittit aquam: annon hoc oſtendit, ſpiritum illum acidum attrahi quidem ab aqua, fortius autem attrahi a corpore fixo quam ab aqua; ideoque dimittere

mittere aquam, ut cum corpore fixo coaleſcat? Et annon eidem cauſæ tribuendum eſt, quod aqua & ſpiritus acidi qui inſunt in aceto, aqua forti, & ſpiritu ſalis, cohærent & in diſtillando ſimul aſcendunt: ſin autem id menſtruum, ſali tartari, vel plumbo, vel ferro, vel cuivis corpori fixo, quod id diſſolvere queat, ſuperfuſum ſit; tum ſpiritus illi acidi fortiore attractione adhærent corpori fixo, & dimittunt aquam? Et annon mutuæ itidem attractioni tribuendum eſt, quod ſpiritus ſuliginis & ſalis marini coaleſcant, & conſtituant particulas ſalis ammoniaci; quæ minus, quam antea, volatiles ſunt, quippe craſſiores & minus aquæ ſibi admixtum habentes? item quod particulæ ſalis ammoniaci, inter ſublimandum, ſubvehant ſecum particulas ſtibii, quæ per ſe ſolæ ſublimari nolunt? & quod particulæ argenti vivi, coaleſcentes cum particulis acidis ſpiritus ſalis, conſtituant mercurium ſublimatum; cum particulis autem ſulphuris, cinnabarin? & quod particulæ ſpiritus vini & ſpiritus urinæ probe rectificatorum, coaleſcant; &, dimittentes aquam quæ eas diſſolverat, in corpus firmum dureſcant? & quod inter ſublimandum cinnabarin e ſale tartari vel calce viva; ſulphur, fortiori attractione ſalis vel calcis, dimittat argentum vivum, ipſumque una cum corpore fixo in vaſe reſtet? & quod, cum mercurius ſublimatus ſublimetur e ſtibio, vel e regulo ſtibii: ſpiritus ſalis dimittat argentum vivum; & coaleſcat cum metallo illo ſtibii, quod quidem eum fortius attrahit; & reſtet cum illo, uſque dum calor tantus ſit, ut is utrumque ſimul ſurſum impellere poſſit; tumque ſpiritus iſte ſalis ſubvehat ſecum illud metallum, ſpecie & forma ſalis valde fuſilis, quem butyrum ſtibii appellant; idque licet ſpiritus ſalis per ſe ſolus non multo minus volatilis ſit quam aqua, & ſtibium per ſe ſolum non minus fixum quam plumbum?

Quum aqua fortis diſſolvit argentum, non autem aurum; & aqua regia diſſolvit aurum, non autem argentum: annon recte dici poteſt, aquam fortem ſatis quidem ſubtilem

Digitized by Google

eſſe ad penetrandum aurum æque ac argentum; carere autem vi illa attrahente, qua ſe inferre & introdare poſſit? & aquam regiam ſatis quidem ſubtilem eſſe, ad penetrandum argentum æque ac aurum; carere autem vi illa attrahente, qua ſe introdare poſſit? Nam aqua regia nihil eſt aliud, niſi aqua fortis cum admixto ſpiritu ſalis vel ſale ammoniaco: atque etiam ſal ipſe vulgaris in aqua forti diſſolutus, efficit ut illa aurum deinceps diſſolvere poſſit; quamvis ſal quidem iſte, ſit corpus craſſum. Cum igitur ſpiritus ſalis præcipitat argentum de aqua forti; annon hoc inde fit, quod is attrahat aquam fortem, ſeque ei admiſceat; non autem attrahat argentum, fortaſſe etiam id a ſe repellat? Cumque aqua præcipitat ſtibium de ſublimato ſtibii & ſalis ammoniaci, vel de butyro ſtibii; annon hoc inde fit, quod ea ſalem ammoniacum vel ſpiritum ſalis diſſolvat, illique ſe admiſceat, & vim illius imminuat; non autem attrahat ſibi ſtibium, fortaſſe etiam id a ſe repellat? Et annon ex eo, quod nulla ſit attractio mutua inter particulas aquæ & olei, argenti vivi & ſtibii, plumbi & ferri; fit, ut corpora iſta inter ſe non permiſceantur? attractione autem debili, ut argentum vivum & cuprum ægre quidem commiſceantur? & attractione forti, ut argentum vivum & ſtannum, ſtibium & ferrum, aqua & ſales, facile permiſceantur inter ſe? Et in univerſum, annon eidem iſti principio tribuendum eſt, quod calor congreget corpora quæ ſint ejuſdem generis, ſeparet autem ea quæ ſint generum diverſorum?

Quando arſenicum cum ſapone regulum producit, cum mercurio ſublimato autem ſalem volatilem, fuſilem, & butyro ſtibii ſimilem; annon hoc oſtendit, arſenicum, quod eſt corpus ex toto volatile, compoſitum eſſe ex partibus fixis & volatilibus arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut partes volatiles aſcendere nequeant, quin eodem tempore fixas quoque ſecum ſubvehant? Similiter, quum ſpiritus vini & oleum vitrioli pari pondere ſimul digeſta

Digitized by Google

geſta ſunt; &, diſtillando, duos reddunt ſpiritus volatiles & fragrantes, qui quidem inter ſe permiſceri nolunt; reſtat autem infra in vaſe, terra fixa &, nigra: annon hoc indicat oleum vitrioli compoſitum eſſe ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ ſimul aſcendant, formam habentes ſalis volatilis, acidi, & fluidi; donec ſpiritus vini interveniens, attrahat ſibi & ſeparet partes volatiles a fixis? Proinde, quandoquidem & oleum ſulphuris per campanam ejuſdem eſt naturæ ac oleum vitrioli; annon recte inferri poteſt, utique & ſulphur itidem compoſitum eſſe ex partibus volatilibus & fixis, arcte inter ſe mutua attractione cohærentibus, ita ut ambæ ſimul inter ſublimandum aſcendant? Nam & diſſolvendo flores ſulphuris in oleo reſinæ terebinthinæ, deinde ſolutionem iſtam diſtillando, compertum eſt ſulphur conſtare ex oleo craſſo & inflammabili, ſive bitumine pingui, ſale acido, terra valde fixa, & metalli paululo: quorum quidem corporum priora tria, æqua fere portione inveniebantur; quartum autem tam parva admodum portione, ut obſervatu dignum vix eſſet. Sal ille acidus, in aqua diſſolutus, idem eſt ac oleum ſulphuris per campanam; permultuſque cum ſit in viſceribus terræ, maximeque in marchaſitis, coaleſcit inde cum cæteris corporibus ex quibus conſtant marchaſitæ, cum bitumine ſcilicet, ferro, cupro & terra; cumque illis conflat alumen, vitriolum & ſulphur: cum terra ſola nimirum, alumen; cum metallo ſolo, vel metallo & terra, vitriolum; & cum bitumine & terra, ſulphur: ex quo fit, ut marchaſitæ tribus illis mineralibus abundent. Et annon mutuæ attractioni attribuendum eſt, quod materiæ diverſæ, ex quibus hæc conſtant mineralia, coeant & cohæreant ad ea conflanda? & quod bitumen ſubvehat ſecum reliquam ſulphuris materiam, quæ ſine illo ſublimari non poſſet? Idemque de omnibus, vel fere omnibus, quotquot uſquam ſunt corpora craſſa, quæri poteſt. Nam & animalium & plantarum partes omnes compoſitæ ſunt ex materiis

materiis volatilibus & fixis, fluidis & ſolidis; uti ex eorum analyſi quidem apparet; itemque ſales & mineralia; quantum chymici quidem compoſitionem eorum uſque adhuc perveſtigare potuerint.

Quum mercurius ſublimatus ſublimatur denuo cum argento vivo, fitque mercurius dulcis; qui eſt terra alba, ſaporis expers, & in aqua haud diſſolubilis: cumque mercurius dulcis, ſublimatus iterum cum ſpiritu ſalis, revertitur in mercurium ſublimatum: & quum metalla paululo acidi corroſa, convertuntur in rubiginem; quæ eſt terra ſaporis expers, & in aqua non diſſolubilis; terraque iſta pluſculo acidi macerata, fit ſal metallicus: cumque lapides quidam, ut fluor plumbi, idoneo menſtruo diſſoluti, ſales fiunt: annon hæc omnia oſtendunt, ſales conſtare ex terra ſicca & acido aquoſo attractione conjunctis? terramque non poſſe ſalem fieri, niſi accedat tantum acidi quantum ad id ſufficiat, ut illa diſſolvi deinceps poſſit in aqua?

Annon acidorum ſapor ille acerbus & pungens, oritur ex forti attractione, qua particulæ acidæ irruant in particulas linguæ, eaſque agitent? Et quum metalla, in menſtruis acidis diſſoluta ſunt; acidaque cum metallo conjuncta, alia jam ratione agunt; adeo ut permixtio illa saporem jam alium habeat multo quam antea mitiorem, nonnunquam etiam dulcem: annon hoc inde fit, quod corpuſcula acida particulis metallicis adhæreſcentia, multum eo pacto de vi ſua actuoſa imminuant? Et, ſi acidum minore portione adſit, quam ut compoſitum efficiat in aqua diſſolubile; annon acidum illud, ad metallum arcte adhæreſcendo, vim ſuam actuoſam ſaporemque omnem amittet? fietque corpus ex utriſque compoſitum, terra ſaporis expers? Quæ enim corpora humore linguæ non diſſolvuntur, ea ſenſum guſtus non afficiunt.

Quemadmodum gravitas efficit, ut mare denſiorem & ponderoſiorem terræ globum circumfluat; ita attractione effici poteſt ut acidum aquoſum denſiores & compactiores particulas

Digitized by Google

ticulas terreſtres circumfluat, ad componendas particulas ſalis. Neque enim alioqui fieri poſſet, ut acidum loco medii foret inter terram & aquam vulgarem, ad efficiendum ut ſales diſſolvantur in aqua: neque futurum eſſet, ut ſal tartari tam facile extraheret acidum e metallis diſſolutis; aut metalla, acidum ex argento vivo. Utique, quomodo in ingenti illo terrarum mariſque globo, denſiſſima quæque corpora gravitate ſua ſubſidunt in aqua, ſemperque conantur ad centrum globi accedere; eodem modo in particulis ſalis, materia denſiſſima ſemper conabitur ad particulæ centrum accedere: adeo ut particula ſalis, comparari queat quadantenus ad Chaos; denſa videlicet, dura, ſicca & terreſtris a centro; rara autem, mollis, humida & aquoſa a ſuperficie. Atque huic quidem cauſæ tribuendum videtur, quod ſales natura ſunt adeo durabili. Nempe deſtrui vix poſſunt, niſi ita ſi aquoſæ ipſorum partes vel vi abſtrahantur; vel leni calore, inter putreſcendum, in occultos meatus terræ illius, quæ eſt ad centra particularum, inſidere permittantur; uſque dum partes terreſtres diſſolvantur tandem aqua, & ſeparentur in minores particulas, quæ, qua ſint exiguitate, efficere queant ut totum putrefactum nigro videatur colore. Porro, hinc quoque fieri poteſt, ut partes animalium & plantarum ſuas ſingularum formas conſervent, & nutrimentum in ſuam cujuſque ipſarum ſimilitudinem convertant; molli nimirum & humido nutrimento facile immutante texturam ſuam per lenem calorem & motum, donec ſimile tandem factum ſit denſæ illi, duræ, ſiccæ & durabili terræ, quæ eſt in centro uniuſcujuſque particulæ. Quum vero nutrimentum ineptum ſit ad aſſimilandum; vel terra illa, quæ eſt in centris particularum, debilior facta eſt, quam ut id in ſimilitudinem ſui convertere poſſit: tum motus ille omnis deſinit in confuſionem, putredinem & mortem.

Si ſal quivis vel vitriolum parva admodum portione diſſolvatur in permulta aqua; particulæ ſalis vel vitrioli non

Digitized by Google

utique ad imum ſident, licet ſpecifice graviores ſint quam aqua, ſed diffundent ſe æquabiliter per totam aquam; ita ut illa æque ſalſa futura ſit a ſummo, ac ab imo. Annon hoc indicat, partes ſalis vel vitrioli a ſe mutuo recedere, & ſeſe expandere conari quaquaverſus, tamque longe a ſe invicem ſejungi, quam patitur aquæ, in qua innatant, ſpatium? & annon conatus iſte oſtendit, utique habere eas vim quandam repellendi, qua a ſe invicem diffugiunt? aut ſaltem fortius eas aquam attrahere, quam ſemet ipſas mutuo? Etenim, quemadmodum corpora illa omnia in aqua aſcendunt, quæ telluris gravitate minus ſunt attracta, quam eſt aqua ipſa: ita omnes ſalis particulæ, quæ in aqua innatant, minuſque ab una qualibet ſalis particula ſunt attractæ, quam eſt aqua ipſa; recedant neceſſe eſt a particula illa, & aquæ fortius attractæ locum dent.

Quum liquor ſale quovis imbutus, evaporatus eſt, quod aiunt, ad cuticulam; & deinde refrixit: ſal continuo concreſcit in figuras aliquas regulares. Ex quo apparet, ſalis particulas, antequam concreſcerent, jam in liquore illo æquis interjectis intervallis, certiſque ordinibus diſpoſitas innataſſe; & conſequenter eas in ſe invicem egiſſe vi aliqua, quæ æqualis ſit in intervallis æqualibus, in inæqualibus inæqualis. Nam tali quidem vi, illæ ſe in conſimiles ordines uſquequaque diſponent, ſine ea autem, circumnatabunt diſperſim quaquaverſus; itemque ſine ullo ordine, ut forte ceciderit, concurrent. Et quoniam particulæ cryſtalli Iſlandicæ agunt omnes conſimili ratione in radios luminis, ad refractionem illam inuſitatam efficiendam; annon credibile eſt particulas illas, in fruſtis ejus cryſtalli formandis, non modo certis ſe ordinibus ita diſpoſuiſſe, ut, extremitatibus ſuis eodem cunctis ſpectantibus, in figuras regulares concreſcerent; verum etiam ita inſuper, ut & latera quoque ſua quoad vires attrahentes homogenea, quaſi polari quadam virtute eodem omnes converterint?

Corporum omnium durorum homogeneorum particulæ, quæ

Digitized by Google

quæ ſe inter ſe plane contingunt, magna vi inter ſe cohærent. Quod qui fieri poſſit, ut explicarent philoſophi, commenti ſunt alii atomos hamatas; quod eſt utique id ipſum pro reſponſo afferre, quod erat quæſitum. Alii finxerunt corporum particulas inter ſe conglutinatas eſſe quiete; hoc eſt, qualitate occulta, aut potius plane nihilo. Alii eas cohærere motibus conſpirantibus, hoc eſt, quiete relativa inter ſe. Ego ſane ex cohærentia corporum, illud malim inferre, utique particulas ipſorum attrahere ſe invicem vi aliqua, quæ in ipſo contactu perquam ſit magna; parvis interjectis intervallis, chymicos illos effectus ſupra memoratos obtineat; ad ſpatia autem a particulis aliquanto remotiora (quod quidem ſenſu percipi poſſit) non omnino pertineat.

Corpora omnia, compoſita eſſe videntur ex particulis duris. Alioqui enim fluida non congelarent; quod quidem faciunt aqua, oleum, acetum, & ſpiritus ſive oleum vitrioli, frigore; argentum vivum, fumis plumbi; ſpiritus nitri & argentum vivum, diſſolvendo argentum vivum, & evaporando phlegma; ſpiritus vini & ſpiritus urinæ, phlegma eorum auferendo eoſque inter ſe permiſcendo; & ſpiritus urinæ & ſpiritus ſalis, eos ſimul ſublimando, ad conficiendum ſalem ammoniacum. Quin & ipſi etiam radii luminis, corpora dura eſſe videntur; neque enim alioqui poſſent in diverſis ſuis lateribus diverſas retinere proprietates. Quare duritia, univerſæ materiæ ſimplicis proprietas haberi poteſt. Saltem hoc nihilo minus evidens eſt, quam impenetrabilitatem ipſam materiæ eſſe univerſæ proprietatem. Nam omnia corpora, quæ quidem nos experientia norimus, vel ſunt dura, vel dureſcere poſſunt: neque vero alia ulla certa ratione novimus corpora univerſa impenetrabilia eſſe, niſi quod experientia ampliſſima nos id docuerit, ſine ulla unquam oblata exceptione. Jam ſi corpora quidem compoſita tam ſunt dura, quam experientia comperimus eorum nonnulla eſſe; & occultorum tamen

 meatuum

Digitized by Google

meatuum permultum in ſe habent, conſtantque ex particulis adpoſitis ſolummodo inter ſe; utique ſimplices ipſæ particulæ, quæ occultos meatus in ſe nullos habent, neque unquam in partes diviſæ fuerunt, longe adhuc duriores ſint neceſſe eſt. Etenim iſtiuſmodi duræ particulæ, in unum congeſtæ, fieri vix poteſt ut ſe inter ſe contingant, niſi in perpaucis punctis; ideoque omnino multo minore vi ad eas disjungendas opus erit, quam ad confringendum particulam ſolidam, cujus utique partes omnes ſe inter ſe contingunt in totis ſuperficiebus ſuis, ſine ullis meatibus aut intervallis interjectis, quæ earum cohærentiam minus firmam reddere poſſint. Qui autem iſtiuſmodi prædurae particulæ, adpoſitæ ſolummodo inter ſe, ſeque invicem in perpaucis tantum punctis contingentes, cohæreſcere queant; idque tanta vi, quanta experientia novimus; utique, niſi cauſa ſit aliqua quæ efficiat ut eæ ad ſe invicem attrahantur vel apprimantur, concipi vix poteſt.

Porro, rem eandem inde quoque infero, quod bina marmora perpolita cohæreant etiam in vacuo; & quod argentum vivum in barometro ſubſiſtat ad altitudinem 50, 60, vel 70 unciarum, vel etiam amplius eo; ita ſcilicet, ſi prius ab aere omni probe depurgatum fuerit, & in tubum cauta manu infuſum, ut adeo partes ejus ſint uſquequaque contiguæ & ſibi invicem & vitro. Atmoſphæra pondere ſuo argentum vivum ſurſum in tubum premit, ad uſque altitudinem 29 aut 30 unciarum: alia autem aliqua cauſa efficiens, id deinceps amplius ſuſtollit; non id in tubum ſurſum premendo, ſed efficiendo ut partes ejus & vitro & ſibi invicem adhæreſcant. Etenim ſi quo pacto pates ejus, vel interjectis bullulis, vel ſuccutiendo vitrum, disjungantur; corruit continuo argentum vivum omne uſque eo, donec haud amplius 29 aut 30 uncias in altitudinem habeat.

Atque his quidem congrua ſunt, quæ ſequuntur itidem experimenta. Si duæ planæ & politæ laminæ vitreæ (puta bina

bina ſpeculi politi fragmenta) ita componantur, ut earum facies ſint inter ſe parallelæ, & parvo admodum interjecto intervallo disjunctæ; inferiora autem ipſarum extrema in aquam intingantur; aqua inter eas continuo aſcendet. Quantoque minori intervallo interjunctæ ſint vitrorum facies, tanto majorem in altitudinem ſe interſerens ſuſtolletur aqua. Si lamellæ vitreæ inter ſe diſtent circiter $\frac{1}{100}$ parte unciæ, aqua inter eas circiter unciam unam aſcendet: & qua ratione id intervallum majus fuerit, vel minus; eadem ratione reciproca quam proxime, aquæ aſcendentis altitudo major erit vel minor. Etenim vitrorum vis attrahens eadem eſt, ſive majori ſive minori intervallo inter ſe diſtent: pondusque aquæ furſum attractæ idem eſt, quando ejus altitudo ſit intervallo vitrorum reciproce proportionalis. Similiter, inter bina marmora plana & polita aſcendit aqua, quando eorum latera polita ſint inter ſe parallela, & exiguo admodum interjecto intervallo disjuncta. Quod ſi tubuli vitrei tenues, in aquam ſtagnantem ab inferiore ſui parte intingantur; aqua intra tubulum aſcendet; idque ea ratione, ut ejus altitudo reciproce proportionalis ſit tubi cavitatis diametro, & par altitudini aquæ inter binas laminas vitreas aſcendentis, ſiquidem tubi cavitas ſemidiametro par ſit aut fere par laminarum iſtarum intervallo. Atque horum quidem omnium experimentorum (coram Societate regia captorum,) ſive in vacuo, ſive in aperto aere, unus fuit exitus. Quare ex atmoſphæræ pondere aut preſſu, nullo modo pendent.

Porro, ſi amplus tubus vitreus cineribus ad ſubtilitatem cribro ſuccretis & in tubum arcte compreſſis compleatur, tubique altera extremitas in aquam ſtagnantem intingatur, aqua in cinerem lente ſubrepet; adeo ut ſeptem aut quatuordecim dierum ſpatio ad uſque altitudinem 30 aut 40 unciarum in tubo ſupra aquam ſtagnantem conſcenderit. In tantam autem altitudinem attollitur aqua, actione earum ſolummodo particularum cineris, quæ ſunt in ipſa aquæ aſcenden-

tis ſuperficie: quæ enim intra aquam ſunt cineris particulæ, eæ aquam tam deorſum quam ſurſum attrahunt aut repellunt. Quare cineris particularum actio, valde fortis eſt. Veruntamen quoniam cineris particulæ non ſunt tam denſæ tamque compactæ, ac vitri; ideo earum actio minus fortis eſt, quam vitri. Etenim vitro argentum vivum ad uſque altitudinem 60 aut 70 unciarum ſuſpenſum tenetur: ideoque vitrum ea vi agit, quæ aquam altitudine amplius 60 pedum ſuſpenſam tenere deberet.

Pari de cauſa, ſpongia aquam ſuctu attrahit; & in animalium corporibus glandes, pro ſua cujuſque natura ac conſtitutione, ſuccos diverſos ſibi e ſanguine attrahunt.

Si duæ planæ & politæ vitri laminæ, uncias ternas aut quaternas latæ, & vicenas aut vicenas quinas longæ, ita diſponantur, ut earum altera horizonti parallela jaceat, altera autem ei ita ſuperponatur, ut earum extremitates alteræ ſe inter ſe contingant, angulumque circiter 10 aut 15 minutorum contineant; harum autem laminarum facies interiores, linteo mundo in mali aurei oleum vel ſpiritum terebinthinum intincto prius madefiant; & deinde olei iſtius ſive ſpiritus gutta una vel altera in vitri inferioris extremum id, quod a dicto angulo maxime diſtet, demittatur: utique, ſimul primum ac vitri lamina ſuperior inferiori ita ſuperpoſita ſit, ut eam (quomodo ſupra dictum eſt) altera ſui extremitate contingat, altera autem guttam; continens nimirum cum inferiori vitro angulum circiter 10 aut 15 minutorum; gutta continuo eam ſe in partem, qua parte binæ laminæ contingunt inter ſe, movere incipiet; motuque ferri perget perpetim accelerato, uſque dum ad ipſum vitrorum concurſum perveniat. Etenim bina vitra guttam attrahunt, efficiuntque ut ea illo moveatur, quo attractiones vergunt. Quod ſi, dum gutta prorepit, vitrorum interea extremitas illa, qua contingunt inter ſe, & quo verſum gutta fertur, elevetur; jam inter vitra ſurſum verſus adrepet gutta, ac proinde movetur attractione. Et

pro

Digitized by Google

pro eo ac vitrorum extremum illud, quo inter ſe contingunt, magis magiſque elevetur; gutta tardius uſque, & adhuc tardius aſcendet; & tandem plane quieſcet; deorſum nimirum pondere ſuo delata tantum, quantum attractione ſurſum verſus. Atque hoc pacto intelligi poteſt, qua demum vi attrahatur gutta, in omnibus a concurſu vitrorum intervallis.

Captis autem ab *Hawksbeio* noſtrate quibuſdam hujuſmodi experimentis, compertum eſt attractionem eſſe propemodum reciproce in duplicata ratione intervalli mediæ guttæ a vitrorum concurſu: ſcilicet, reciproce in ſimplici ratione, propterea quod gutta compreſſior diffundatur, & vitrorum utrumque ampliori ſuperficie contingat; rurſum autem reciproce in ſimplici ratione, propterea quod attractiones jam in æquali ſuperficie attrahente fortiores evadant. Ea igitur attractio, quæ fit in æquali ſuperficie attrahente, eſt reciproce ut intervallum vitrorum inter ſe. Ideoque ubi hoc intervallum valde eſt exiguum, attractio debebit admodum eſſe fortis. Ex tabula in ſecunda parte libri ſecundi, ubi craſſitudines coloratarum aquæ lamellarum inter bina vitra concluſarum ſunt deſcriptæ; craſſitudo lamellæ, qua parte nigerrima videtur, eſt $\frac{\frac{3}{8}}{1000000}$ unius unciæ. Qua parte autem, oleum mali aurei inter dictas laminas vitreas hac eſt craſſitudine; attractio, ex præcedenti regula exiſtimata, tanta eſſe videtur, ut intra circulum diametro uncialem, valeat ad ſuſtinendum pondus tantum, quantum eſt cylindri aquæ diametro uncialis, in longitudinem autem duo triave ſtadia habentis. Atque ubi oleum attrahendum, adhuc minori ſit craſſitudine; poterit attractio, ſervata proportione, adhuc major eſſe, & perpetim uſque augeſcere, donec craſſitudo tandem non ſit amplius unius particulæ olei. Sunt ergo in rerum natura cauſæ efficientes, quarum vi particulæ corporum cohæreſcant attractionibus admodum fortibus: iſtæque cauſæ quænam ſint, philo-

Digitized by Google

philoſophiæ officium eſt in experimentis verſando invenire.

Jam quidem fieri poteſt, ut materiæ particulæ exiguiſſimæ, attractionibus fortiſſimis inter ſe cohæreant, conſtituantque particulas majuſculas, quarum vis illa attrahens debilior ſit; harumque particularum majuſcularum permultæ, inter ſe itidem cohærentes, particulas majores conſtituant, quarum vis attrahens adhuc ſit debilior; & ſic deinceps continuata ſerie, donec ad maximas tandem deventum ſit particularum illarum, e quibus operationes chymicæ & colores corporum naturalium pendent; quæque inter ſe cohærentes, corpora demum conſtituant magnitudine ſub ſenſum cadente. Quorum denique corporum ſi quod ſit compactum, flectatque ſe, &, cum prematur, intro cedat, ſine ullo partium ſuarum ſublapſu; jam id corpus durum eſt & elaſticum, revertens ad figuram ſuam vi ea, quæ ex mutua partium ſuarum attractione oritur. Si partes ejus, inter ſe ſublabuntur; jam corpus id molle eſt, & mallei ictibus cedens. Si partes facillime labantur, & magnitudine ſint ea, qua calore facile agitari queant; calorque ſatis magnus, ad eas agitandas; (licet multo fortaſſe minor, quam ad id opus eſt, ne aqua congeletur;) jam corpus illud fluidum eſt: &, ſi adhæreſcendo aptum ſit, appellatur humidum. Guttæ autem corporis cujuſque fluidi, ut figuram globoſam inducere conentur, facit mutua partium ſuarum attractio; eodem modo, quo terræ mariaque in rotunditatem undique conglobantur, partium ſuarum attractione mutua, quæ eſt gravitas.

Quandoquidem metalla in acidis diſſoluta, parvam ſolummodo acidi portionem ad ſe trahunt; liquet vim eorum attrahentem, non niſi ad parva circum intervalla pertingere. Et ſicuti in Algebra, ubi quantitates affirmativæ evaneſcunt & deſinunt, ibi negativæ incipiunt; ita in mechanicis, ubi attractio deſinit, ibi vis repellens ſuccedere

re

Digitized by Google

re debet. Talis autem vis aliqua ut ſit, conſequi videtur ex reflexionibus & inflexionibus radiorum lucis: nam in utroque horum caſuum, repelluntur radii a corporibus, ſine immediato contactu corporis reflectentis vel inflectentis. Videtur etiam conſequi ex emiſſione luminis: nam radius, ſimul ac e lucente corpore per vibrantem partium ipſius motum excuſſus ſit, & e ſphæra attractionis ejus evaſerit; ingenti admodum velocitate propellitur. Etenim eadem vis, quæ in reflexione ad radium repellendum valet, poſſit etiam ad eundem emittendum valere. Porro, videtur etiam conſequi ex productione aeris & vaporum: nam particulæ e corporibus excuſſæ per calorem vel fermentationem, ſimul ac e ſphæra attractionis corporis ſui evaſerint, recedunt deinceps & ab illo & a ſe invicem magna cum vi; rurſumque accedere fugiunt: ita ut nonnunquam amplius decies centies millies tantum ſpatii occupare comperiantur, quam quantum cum corporis denſi formam haberent: quæ tam ingens contractio & expanſio, animo ſane concipi vix poteſt, ſi particulæ aeris fingantur elaſticæ & ramoſæ, vel viminum lentorum intra ſe in circulos intortorum inſtar eſſe, vel ulla alia ratione, niſi ita ſi vim repellentem habent, qua a ſe mutuo fugiant. Corporum fluidorum particulæ, quæ quidem non nimis firme inter ſe cohæreant; eaque ſint parvitate, qua facillime agitationes illas ſuſcipiant, in quibus liquorum fluiditas conſiſtit; facillime ſeparantur & in vapores rareſiunt, ſive, ut loquuntur chymici, volatiles ſunt; leni videlicet calore rareſcentes, & levi itidem frigore condenſatæ. At illæ, quæ ſint craſſiores, adeoque difficilius agitentur, vel fortiori inter ſe attractione cohæreant; non niſi fortiori calore ſeparari poſſunt, fortaſſe etiam non niſi accedente fermentatione. Atque hæc quidem ſunt corpora illa, quæ chymici fixa appellant; quæque fermentatione rarefacta, verus fiunt & permanent aer: iis nimirum particulis a ſe invicem maxima cum vi recedentibus, & difficillime in unum coactis; quæ eædem, cum

Digitized by Google

inter ſe contingant, cohærent arctiſſime. Et quoniam particulæ veri & durabilis aeris, craſſiores ſunt & e corporibus denſioribus exoriuntur, quam particulæ vaporum; hinc fieri poſſit ut verus aer ſit ponderoſior vaporibus, & humida atmoſphæra levior quam ſicca, ſiquidem quantitate ſint pares. Porro, eidem vi repellenti tribuendum videtur, quod muſcæ in aqua inambulent, nec tamen pedes ſuos madefaciant; & vitra objectiva longorum teleſcopiorum, alterum alteri impoſitum, inter ſe tamen non facile contingant; & pulveres ſicci ægre fieri queat ut ſe inter ſe contingant & cohæreant, niſi ita ſi vel igne liquefiant, vel madefiant aqua, quæ utique exhalando poſſit particulas ipſorum in unum cogere; & bina denique marmora perpolita, quæ quoties plane inter ſe contingunt, cohærent, ægre tamen tam arcte comprimi tamque apte conjungi queant, ut cohæreſcant.

Atque hæc quidem omnia ſi ita ſint, jam natura univerſa valde erit ſimplex & conſimilis ſui: perficiens nimirum magnos omnes corporum cœleſtium motus, attractione gravitatis, quæ eſt mutua inter corpora illa omnia; & minores fere omnes particularum ſuarum motus, alia aliqua vi attrahente & repellente, quæ eſt inter particulas illas mutua. Vis inertiæ, eſt principium paſſivum, quo corpora in motu ſuo vel quiete perſtant, recipiunt motum vi moventi ſemper proportione reſpondentem, & reſiſtunt tantum quantum ſibi reſiſtitur. Ab hoc ſolo principio nullus unquam in rerum univerſitate oriri potuiſſet motus. Alio aliquo principio omnino opus erat ad movenda corpora; & jam, cum moventur, alio itidem principio opus eſt, ad motum ipſorum conſervandum. Nam ex variis binorum motuum compoſitionibus, manifeſtum eſt non ſemper eandem eſſe in mundo quantitatem motus. Etenim ſi duo globi, virgula tenui conjuncti, motu uniformi circa commune ſuum gravitatis centrum revolvant, interea dum centrum illud motu uniformi feratur in linea recta, ducta in plano mo-

tus

tus ipſorum circularis; utique ſumma motuum binorum illorum globorum, quoties illi erunt in linea recta a communi ſuo gravitatis centro deſcripta, major erit quam ſumma motuum ipſorum tum, cum erunt illi in linea quæ ſit ad lineam illam rectam perpendicularis. Quo quidem exemplo apparet, motum & naſci poſſe & perire. Verum, per tenacitatem corporum fluidorum, partiumque ſuarum attritum, viſque elaſticæ in corporibus ſolidis imbecillitatem; multo magis in eam ſemper partem vergit natura rerum, ut pereat motus, quam ut naſcatur. Et quidem is perpetuo imminuitur. Nam corpora quæ vel tam perfecte dura ſint, vel tam plane mollia, ut vim elaſticam nullam habeant; non utique a ſe invicem repercutientur. Impenetrabilitas illud duntaxat efficiet, ut eorum motus ſiſtatur. Si duo iſtiuſmodi corpora inter ſe æqualia, motibus æqualibus & adverſis recta in ſpatio vacuo concurrant; utique per leges motus uno ipſo in loco, ubi concurrunt, ſiſtentur; motumque ſuum omnem amittent; & quieſcent uſque, niſi vi elaſtica prædita ſint, motumque novum inde accipiant. Si vis elaſticæ tantum habeant, quantum ad id ſatis ſit, ut repercutiantur cum $\frac{1}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{3}{4}$ vis illius, qua concurrebant; amittent proinde $\frac{3}{4}$ vel $\frac{1}{2}$ vel $\frac{1}{4}$ motus ſui, comparate. Atque hoc quidem experiundo comprobari poterit, ſi duo pendula æqualia ex æqualibus altitudinibus ita ſint dimiſſa, ut in ſe invicem recta incurrant. Si enim pendula ſint ex plumbo, vel argilla molli; jam motum ſuum omnem, vel fere omnem, amittent: ſin ex materia aliqua elaſtica ſint; jam motus tantum duntaxat retinebunt, quantum a vi illa elaſtica denuo acceperint. Quod ſi quis contendat ea de motu ſuo nihil amplius amittere poſſe, quam quod in alia corpora transferatur; jam conſequens erit, ea in vacuo nihil omnino de motu ſuo amittere poſſe; ſed, quum concurrant, uſque pergere debere, ſuaſque invicem penetrare dimenſiones. Si tria vaſa rotunda & æqualia impleta ſint, al-

terum quidem aqua, alterum oleo, tertium autem pice liquefacta; hique omnes liquores conſimili ratione agitati ſint, ut motu vorticoſo cieantur; utique pix, propter tenacitatem ſuam, motum ſuum omnem perbrevi amittet; oleum, quippe minus tenax, motum ſuum diutius conſervabit; aqua autem, cum ſit minime omnium tenax, motum ſuum omnium diutiſſime conſervabit; veruntamen & ipſa ſuum brevi tempore amittet. Ex quo facile intelligi poteſt, ſi plures Vortices ex liquefacta pice inter ſe eſſent contigui; tantaque hi amplitudine, quanta illi quos circa Solem & ſtellas fixas volvi opinantur nonnulli: fore tamen, ut & ipſi & partes ſuæ omnes, propter tenacitatem ſuam & lentorem, motum ſuum cito ſecum invicem communicarent, donec inter ſe omnes plane quieſcerent. Vortices ex oleo, vel aqua, vel alia aliqua materia adhuc magis fluida, poſſent quidem diutius motum ſuum retinere; verum, niſi materia illa plane omnis tenacitatis expers eſſet, interque partes ejus neque attritus eſſet ullus, neque communicatio motus, (quod fingi ſane non poteſt;) omnino futurum eſſet, ut motus perpetuo decreſceret. Quoniam igitur varii illi motus, qui in mundo conſpiciuntur, perpetuo decreſcunt univerſi; neceſſe eſt prorſus, quo ii conſervari & recreſcere poſſint, ut ad actuoſa aliqua principia recurramus: qualia utique ſunt gravitatis cauſa, qua planetæ & cometæ motus ſuos in perpetuis orbibus conſervant, corporaque omnia motum magnum ſibi acquirunt cadendo; & fermentationis cauſa, qua cor & ſanguis animalium motu & calore perpetuo conſoventur, partes interiores terræ perpetuo tepefiunt & nonnullis in locis valde incaleſcunt, corpora permulta ardent & lucent, montes ignem concipiunt, cavernæ telluris ictibus ſubitis diſjiciuntur, & Sol ipſe perpetuum vehementer candet & lucet & luce ſua omnia calefacit ac fovet. Nam paullum admodum motus in mundo invenimus, præterquam quod ex his principiis actuoſis manifeſto oritur. Atque abſque his

Digitized by Google

his quidem principiis, corpora telluris, planetarum, cometarum, Solis, quæque in eis inſunt omnia, frigeſcerent & congelarentur, maſſæque in totum inertes evaderent; omniſque putrefactio, generatio, vegetatio & vita penitus ceſſarent; neque in orbibus ſuis permanerent planetæ & cometæ.

Quibus quidem rebus omnibus bene perſpectis & conſideratis, illud mihi videtur denique ſimillimum veri; utique Deum optimum maximum, in principio rerum, materiam ita formaſſe, ut primigeniæ ejus particulæ, e quibus deinceps oritura eſſet corporea omnis natura, ſolidæ eſſent, firmæ, duræ, impenetrabiles, & mobiles; iis magnitudinibus & figuris, iiſque inſuper proprietatibus, eoque numero & quantitate pro ratione ſpatii in quo futurum erat ut moverentur; quo poſſent ad eos fines, ad quos formatæ fuerant, optime deduci. Quæ porro particulæ primigeniæ, quippe plane ſolidæ, longe longeque duriores ſint, quam ulla corpora ex iiſdem deinceps cum occultis interjectis meatibus compoſita; imo tam perfecte duræ, ut nec deteri poſſint unquam, nec comminui; ne adeo ulla in conſueto naturæ curſu vis ſit, quæ id in plures partes dividere queat, quod Deus ipſe in prima rerum fabricatione unum fecerit. Tamdiu dum particulæ illæ integræ permanent, poterunt ſane per omnia ſecula ex iis compoſita eſſe corpora ejuſdem ſemper naturæ & texturæ: verum ſi illæ deteri aut comminui poſſent; jam futurum ſane eſſet, ut rerum natura, quæ ex iis pendet, immutaretur. Aqua & terra, ex particulis imminutis & detritis, particularumque fragminibus compoſitæ, non utique eandem hodie naturam texturamque haberent, ac aqua & terra in principio ex particulis integris compoſitæ. Quare, ut rerum natura poſſit durare, exiſtimandum eſt corporum omnium mutationes, in variis ſolummodo ſeparationibus, noviſque conjunctionibus & motibus durabilium illarum particularum conſiſtere. Nam corpora compoſita diſrumpuntur, non parti-

Digitized by Google

ticularum ipſarum ſolidarum fractura, ſed ſeparatione earum, qua parte eæ commiſſuris inter ſe junctæ erant, & paucis tantum in punctis ſe inter ſe contingebant.

Porro, videntur mihi hæ particulæ primigeniæ, non modo in ſe vim inertiæ habere, motuſque leges paſſivas illas, quæ ex vi iſta neceſſario oriuntur; verum etiam motum perpetuo accipere a certis principiis actuoſis; qualia nimirum ſunt gravitas, & cauſa fermentationis & cohærentiæ corporum. Atque hæc quidem principia conſidero, non ut occultas qualitates, quæ ex ſpecificis rerum formis oriri fingantur; ſed ut univerſales naturæ leges, quibus res ipſæ ſunt formatæ. Quippe principia quidem talia revera exiſtere, oſtendunt phænomena naturæ; licet ipſorum cauſæ, quæ ſint, nondum fuerit explicatum. Utique qualitates ipſæ ſunt manifeſtæ, earumque cauſæ ſolummodo occultæ. Qualitatum occultarum nomen indiderunt Ariſtotelici, non qualitatibus manifeſtis, ſed iſtiuſmodi tantum qualitatibus, quas in corporibus latere, quaſque eſſe ipſas manifeſtorum effectuum cauſas incognitas exiſtimabant. Cujus generis forent ſcilicet gravitatis, attractionumque magneticarum & electricarum, fermentationumque cauſæ; ſiquidem vires vel actiones haſce ex qualitatibus oriri fingeremus nobis incognitis, quæque natura ſua inexcogitabiles & exploratu impoſſibiles eſſent. Philoſophiæ naturalis progreſſum impediunt iſtiuſmodi qualitates, ideoque nuperis temporibus rejectæ fuerunt. Affirmare ſingulas rerum ſpecies, ſpecificis præditas eſſe qualitatibus occultis, per quas eæ vim certam in agendo habeant, certoſque effectus manifeſtos producant; hoc utique eſt nihil dicere. At ex phænomenis naturæ, duo vel tria derivare generalia motus principia; & deinde explicare quemadmodum proprietates & actiones rerum corporearum omnium ex principiis iſtis manifeſtis conſequantur; id vero magnus eſſet factus in philoſophia progreſſus, etiamſi principiorum iſtorum cauſæ nondum eſſent cognitæ. Quare motus principia ſupra dicta proponere non dubito, cum

per

Digitized by Google

per naturam univerſam illa latiſſime pateant; eorumque cauſas exquirendas relinquo.

Jam quidem, ope principiorum iſtorum, res corporeæ univerſæ videntur compoſitæ fuiſſe ex duris ſolidiſque particulis ſupra dictis, varie inter ſe in prima rerum fabricatione ſociatis & conjunctis, nutu & conſilio Agentis intelligentis. Decuit enim eum, qui res omnes creavit, eaſdem diſponere quoque & in ordinem collocare. Quæ ſi vera rerum origo fuit; jam indignum erit philoſopho, alias mundi condendi rationes exquirere, vel comminiſci quemadmodum e Chao per meras leges naturæ mundus univerſus oriri potuerit; quamvis, formatus cum ſit, poſſit is jam per iſtas leges in multa quidem ſecula perdurare. Nam dum cometæ moventur in orbibus valde eccentricis, undique & quoquoverſum in omnes cœli partes; utique nullo modo fieri potuit, ut cæco fato tribuendum ſit, quod planetæ in orbibus concentricis motu conſimili ferantur eodem omnes; exceptis nimirum irregularitatibus quibuſdam vix notatu dignis, quæ ex mutuis cometarum & planetarum in ſe invicem actionibus oriri potuerint, quæque veriſimile eſt fore ut longinquitate temporis majores uſque evadant, donec hæc naturæ compages manum emendatricem tandem ſit deſideratura. Tam miram uniformitatem in planetarum ſyſtemate, neceſſario fatendum eſt intelligentia & conſilio fuiſſe effectam. Idemque dici poſſit de uniformitate illa, quæ eſt in corporibus animalium. Habent videlicet animalia pleraque omnia, bina latera, dextrum & ſiniſtrum, forma conſimili; & in lateribus illis, a poſteriore quidem corporis ſui parte, pedes binos; ab anteriori autem parte, binos armos, vel pedes, vel alas, humeris affixas; interque humeros collum, in ſpinam excurrens, cui affixum eſt caput; in eoque capite binas aures, binos oculos, naſum, os & linguam; ſimiliter poſita omnia, in omnibus fere animalibus. Deinde partes illæ corporis, tam exquiſita arte atque conſilio fabricatæ, oculi, aures, cere-

Digitized by Google

cerebrum, muſculi, glandes, cor, pulmones, diaphragma, larinx, manus, alæ, veſicæ ad natandum, membranæ pellucidæ animalium quorundam oculis inſtar conſpicillorum obductæ, aliaque ſenſus & motus organa, inſtinctuſque in animalibus brutis & inſectis; horum ſane omnium conformatio prima, nulli rei tribui poteſt, niſi intelligentiæ & ſapientiæ Entis potentis ſemperque viventis; qui ſit ubique ſcilicet præſens, poſſitque voluntate ſua corpora omnia in infinito ſuo uniformi ſenſorio movere, adeoque cunctas mundi univerſi partes ad arbitrium ſuum fingere & refingere, multo magis quam anima noſtra voluntate ſua ad corporis noſtri membra movenda valet. Nec tamen mundum ſpectare debemus, tanquam corpus Dei; neque partes ejus, tanquam partes Dei. Deus eſt ens uniforme, organorum, membrorum, partiumque expers: illa autem omnia ſunt creaturæ ejus, ei ſubjectæ, & voluntati ejus ſubditæ: iſque nihilo magis eſt eorum anima, quam anima hominis eſt anima ſpecierum illarum, quæ per organa ſenſuum deferuntur in ſentiendi locum, ubi anima eas percipit immediata ſua præſentia, ſine ullius rei tertiæ interventu. Organa ſenſuum eum in finem data ſunt, non quo eorum ope anima ſpecies rerum in ſenſorio ſuo percipiat, ſed quo ſpecies iſtum in locum deferantur: Deus autem iſtiuſmodi organis non eget, cum ſit ipſe rebus ipſis ubique præſens. Porro, quoniam ſpatium diviſibile eſt in infinitum; materia autem, non eſt neceſſario in omnibus partibus ſpatii; illud inſuper concedendum erit, utique poſſe Deum creare materiæ particulas variis magnitudinibus & figuris, vario quoque numero & quantitate pro ratione ſpatii in quo inſunt, forte etiam & diverſis denſitatibus diverſiſque viribus; eoque pacto variare leges naturæ, mundoſque condere diverſa ſpecie, in diverſis ſpatii univerſi partibus. Certe in his omnibus nihil eſt, quod vel ſecum ipſum, vel cum ratione pugnet.

Quemadmodum in mathematica, ita etiam in phyſica, inveſtiga-

inveſtigatio rerum difficilium ea methodo, quæ vocatur analytica, ſemper antecedere debet eam quæ appellatur ſynthetica. Methodus analytica eſt, experimenta capere, phænomena obſervare, indeque concluſiones generales inductione inferre, nec ex adverſo ullas objectiones admittere, niſi quæ vel ab experimentis vel ab aliis certis veritatibus deſumantur. Hypotheſes enim, in Philoſophia quæ circa experimenta verſatur, pro nihilo ſunt habendæ. Et quanquam ex obſervationibus & experimentis colligere inductione, non ſit utique generalia demonſtrare; at hæc tamen ratiocinandi methodus optima eſt, quam ferat natura rerum, tantoque firmior exiſtimari debet illatio, quanto inductio magis ſit generalis. Quod ſi ex phænomenis nihil, quod contra opponi poſſit, exoriatur; concluſio inferri poterit univerſalis. Et ſi quando in experiundo poſtea reperiatur aliquid, quod à parte contraria faciat; tum demum non ſine iſtis exceptionibus affirmetur concluſio oportebit. Hac analyſi licebit, ex rebus compoſitis ratiocinatione colligere ſimplices; ex motibus, vires moventes; & in univerſum, ex affectis cauſas; ex cauſiſque particularibus, generales; donec ad generaliſſimas tandem ſit deventum. Atque hæc quidem eſt methodus analytica. Synthetica eſt, cauſas inveſtigatas & comprobatas aſſumere pro principiis, eorumque ope explicare phænomena ex iiſdem orta, iſtaſque explicationes comprobare.

In duobus prioribus libris hujus Optices, methodo analytica uſus ſum ad inveſtigandum & comprobandum congenitas radiorum luminis differentias, quoad refrangibilitatem, reflexibilitatem & colorem; eorumque alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus vices; corporumque proprietates, tum opacorum tum pellucidorum, è quibus radiorum reflexiones coloreſque corporum pendent. Atque hæc quidem inventa, quum ſint comprobata, poterunt in methodo ſynthetica, ut principia aſſumi, ad explicanda phænomena ex iiſdem fluentia: cujus porro methodi exemplum

T t dedi

Digitized by Google

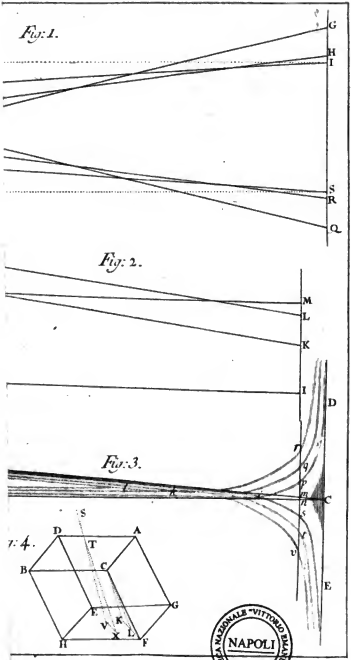
dedi, ſub finem libri primi. In tertio hoc libro, inchoavi ſolummodo Analyſin earum rerum, quæ adhuc inveſtigandæ reſtant, circa lumen circaque effectus quos id obtinet in corporibus naturalibus: multa attingens leviter, & quæ ſubmonui, aliis examinanda relinquens, & promovenda uſque experimentis atque obſervationibus curioſorum.

Quod ſi Philoſophia naturalis, hanc methodum perſequendo, tandem aliquando ab omni parte abſoluta erit facta atque perfecta ſcientia; utique futurum erit, ut & Philoſophiæ moralis fines itidem proferantur. Nam quatenus ex Philoſophia naturali intelligere poſſimus, quænam ſit prima rerum Cauſa, & quam poteſtatem & jus Ille in nos habeat, & quæ beneficia Ei accepta ſint referenda; eatenus officium noſtrum erga Eum, æque ac erga noſmetipſos invicem, quid ſit, per lumen naturæ innoteſcet. Omnino ſi deorum falſorum cultus non occæcaſſet animum gentibus; longius ſe inter eos extendiſſet Philoſophia moralis, quam ad cardinales illas quatuor, quas vocant, virtutes. Et qui animarum tranſmigrationem, Soliſque & Lunæ, Heroumque mortuorum cultum docebant; id ſane multo potius docuiſſent, qua ratione optime colendus eſſet verus noſter & beneficentiſſimus Author. Quod quidem fecerunt majores ipſorum, antequam animum moreſque ſuos corruperant. Lex enim moralis ab origine gentibus univerſis, erant ſeptem illa *Noachidarum* præcepta: Quorum præceptorum primum erat, *UNUM eſſe agnoſcendum Summum Dominum Deum, ejuſque cultum non eſſe in alios transferendum.* Etenim ſine hoc principio, nihil eſſet virtus aliud, niſi merum nomen.

FINIS.

INDEX

Digitized by Google



BIBLIOTECA NAZIONALE "VITTORIO EMANUELE III" - NAPOLI
Digitized by Google

Digitized by Google

INDEX.

A.

ACceleratio motus per ſpatium attractionis, *pag.* 55. 209.

Acidi ſpiritus corporibus fixis valde adhærent. 309. vix ſeparari poſſunt à metallis quæ diſſoluta tenent. 305.

Acidis vaporibus abundat aer. 307.

Acidorum corporum eſt attenuare & diſſolvere. 196. Sapor, unde. 312.

Acidum eſt loco medii inter aquam & terram. 313.

Acidus ſpiritus, Aluminis, Sulphuris & Vitrioli principium. 311. in viſceribus Terræ abundat. *ibid.*

Acies Cultri radios lucis inflectit. 258. *ſeq.*

Actio Corporum in lumen & luminis in Corpora. 270. 271. 299. ad attractionem accedit. 299. mutua eſt & reciproca. 214. interjecto intervallo. 253. 270. in minori diſtantia fortior. 253. 260. 263. 265. 270. ex quo percipiatur intervallo. 261. 262. 263. in radios rubros, ex majori intervallo, eadem quæ in radios violaceos ex minori diſtantia. 267. 268.

Actio mutua particularum corporum in ſe invicem. 303. *ſeq.*

Actio radiorum lucis in Nervum Opticum, qualis. 276

Actuoſa principia. Vid. *Principia actuoſa*

Actuoſa Vis Corporum forſan oritur ex particulis lucis quæ in

Digitized by Google

eorum compoſitionem ingrediuntur. 302.

Aer calorem ignis auget. 276. conſtat ex particulis a ſe invicem recedere conantibus. 283. ex corporibus denſis, fermentescendo rarefactis, producitur. 302. 321. quoties aqua levior ſit & rarior. 295. vaporibus acidis abundat. 307. vaporibus ponderoſior. 322.

Aerea Lamella Vid *Lamella.*

Aeris denſitas vi comprimenti proportionalis. 295. elaſticitas, unde. 283. 321. motus tremulus ſcintillationis fixarum cauſa. 79. pondus ebulitionem aquæ impedit. 275. productio ex corporibus fixis. 302. 321. raritas in diſtantiis variis a Terra 295. 296. in ſuperiori Atmoſphæra 283. refractio qualis. 212. refractio eadem eſt quæ concretorum terreſtrium, habita denſitatis ratione. *ibid.* reſiſtentia inſenſibilis in vacuo Boyleano. 295. variæ formæ. 302.

Aether conſtat ex particulis a ſe invicem recedere conantibus. 283.

Aethereum Medium. Vid. *Medium Aethereum.*

Aetheris raritas, & ejus in corpora conatus. 283. reſiſtentia valde exigua planetarum motibus non obſtat. *ibid.*

Alba corpora fortiſſime lumen cujusvis coloris reflectunt. 107.

Alba metalla. Vid. *Metalla alba.*

Albitudinis ſenſus quando naſcatur. 103. 106.

Albitudo, color inter omnes medius & ad omnes indifferens. 115. ex coloribus componi poteſt. 96. *ſeq.* ex coloribus univerſis in unum coactis conſtat. 98. *ſeq.* mixtura eſt heterogenea colorum omnium. 184.

Albo omni naturali in ſunt radii omnium generum. 113.

Albor auro & cupro poteſt conciliari. 198. luminis ſolaris componitur ex primariis omnibus coloribus. 96. *ſeq.* plurium corporum, cujuſnam ordinis. 197.

Album corpus nigro circumdatum quomodo per priſma videatur. 118.

Album remanet lumen refractum, ſi contrariis refractionibus corrigitur. 92.

Albus color ex duobus primariis componi nequit. 112.

Albus radius factitius. 134. *ſeq.*

Alimentum plantarum & animalium. 303. 313.

Alkali fixum Salis vel Nitri fortius

tius

tius attrahit acidum Vitrioli, quam ſuum ipſius ſpiritum. 305.

Alkalizatorum corporum eſt præcipitare & incraſſare. 196.

Alternæ vices radiorum. Vid. *Vices alternæ.*

Alumen, ejuſque principia. 311.

Ammoniacus Sal. Vid. *Sal ammoniacus.*

Analogia inter colores corporum naturalium, & tenuium lamellarum. 186. *ſeq.* 192. inter colores & reflexibilitatis aut refrangibilitatis gradus. 185. inter reflexionem & refractionem. 187. 208. 226.

Analytica Methodus in phyſica Syntheticam præcedere debet. 329. qualis ea ſit. *ibid.*

Anguli incidentiæ, reflexionis & refractionis ſunt in uno plano. 4.

Angulus incidentiæ, reflexionis & refractionis. 4. incidentiæ æqualis eſt angulo reflexionis. 4. incidentiæ angulo refractionis quando major. 5.

Animalium corpora cauſam intelligentem agnoſcunt. 327. ſunt ſymmetrice diſpoſita. 327. 328

Animalium materia ex aqua. 213. motus quomodo efficiantur. 284.

Animalium partes Vid. *Partes.*

Annuli albi & nigri inter bina Priſmata. 141. 142. diſtincti eminus, cominus confuſi videntur. 142. quo numero videantur, *ibid.* unde oriantur. 177.

Annuli colorati circa Solem. 247. 248.

Annuli colorati in aquæ Saponaceæ bulla, regulares. 158. colores, quos & quo ordine exhibeant. 159. affines ſunt annulis in lamella aerea inter bina vitra obſervatis. 161. oblique inſpecti dilatantur. *ibid.* alius coloris lumine reflexo, alius tranſmiſſo, videntur. 162. 164.

Annuli colorati inter bina Priſmata. 141. *ſeq.* oblique inſpecti. 155. horum ratio. 178.

Annuli colorati inter bina vitra, planum & convexum. 143. *ſeq.* emergunt ſucceſſive. *ibid.* ordo colorum & ſeries. 144. 171. diametri 145. *ſeq.* oblique inſpecti dilatantur. 149. *ſeq.* lumine tranſmiſſo alius videntur coloris quam reflexo. 152. per Priſma multo plures videntur quam oculo nudo. 166. *ſeq.* & quare 179. quales videantur cum colore priſmatico vitra illuſtrantur. 154. *ſeq.* horum diametri. 157. quare, ſub cer-

Digitized by Google

certa obliquitate radiorum in albos & nigros ſe convertant. 177.
Annuli colorati in lamella aquea minores quam in aerea. 151. 153.
Annuli colorati per reflexionem ſpeculi vitrei concavo-convexi. 226. affines annulis inter bina vitra viſis, *ibid.* 241. numero quinque aut ſex. 226. non niſi in certa diſtantia videntur. *ibid.* horum colores 227. Diametri. 228. per priſma plures videntur. 229. quales apparuerint cum in ſpeculum incidebat color priſmaticus. 227. 228. 245. quam rationem habeant inter ſe annuli diverſorum colorum. 228. 229. in ipſo ſpeculo quales faſciæ videantur. 230. & earum cauſa 231. *ſeq.* annulorum magnitudo pro craſſitudine ſpeculorum diverſa. 240. quales apparuerint radiis oblique incidentibus. 242. *ſeq.* ſub qua obliquitate evaneſcant. 245. non producuntur per reflexionem ſpeculi Metallici. 231.
Annuli colorati quos efficit lumen tranſmiſſum per guttam pluviæ. 247.
Aperturæ Teleſcopiorum. 72.
Aqua, compreſſionis incapax. 206. cum Oleo vitrioli incaleſcit. 305. facile ebullit in vacuo. 275. fortius attrahitur a partibus Salis, quam aliæ ab aliis. 314. maris radios cæruleos reflectit, rubros tranſmittit. 132. per auri poros ſtillavit, 206. quoties aere denſior & gravior. 295.
Aquæ in terram converſio. 302. natura inter olea & terras media. 213. partes Sale Tartari & oleo Vitrioli attrahuntur. 304. pelluciditas unde. 197. variæ formæ. 302.
Aquam inter & terram, acidum eſt loco medii. 313. ſpongiæ cur attrahat. 318.
Aquarum marinarum vortices ad cœlum elati. 307.
Aqua fortis argentum, non aurum, ſolvit. 309. 310. ſcobem ferream cum calore diſſolvit. 305. ſucceſſive metalla varia, aliaque corpora diſſolvit. 308.
Aqua regia 310. aurum ſolvit, non argentum. 309. 310.
Aquæ ſaponaceæ bulla Vid. *Bulla*,
Aquæ Saponaceæ Spuma. Vid. *Spuma.*
Aquea Lamella. Vid. *Lamella aquea.*
Aranearum tela diverſos exhibent colo-

colores pro diverſo oculi poſitu. 192. 193.
Arcus albi & nigri inter bina vitra, planum ex convexum. 166. 167. horum ratio. 178. *ſeq.*
Arcus cæleſtis afferuntur phænomena & cauſæ. 121. *ſeq.* arte repræſentari poteſt 121. dimenſiones. 126. explicatio experimento comprobata. 122. 126.
Arcus cæruleus per reflexionem in Priſmate viſus. 129. *ſeq.*
Arcus colorati inter bina Priſmata 141. *ſeq.* aucta obliquitate in annulos abeunt. 141. horum colores. *ibid.* in annulos albos & nigros degenerant. 141. 142. 178. horum numerus & diſtinctio. 142. eminus diſtincti, cominus confuſiores. 142. & quare 178. rurſus colores, ſed inverſo ordine aſſumunt. 142. 178.
Arcus coloratos exhibet Sol per plumam aut tæniam nigram viſus. 255.
Argenti vivi extraordinaria in Barometro altitudo. 316. particulæ tenues & volatiles. 199. regeneratio ex cinnabari aut ſublimato. 309. variæ formæ. 302.
Argentum aqua forti, non aqua regia, ſolubile. 309. 310.
Arſenium ex partibus fixis & volatilibus componitur. 310.
Aſcenſus aquæ inter duo plana vitrea polita. 317. in tubis capillaribus & in Tubo cineribus pleno. *ibid.*
Atmoſphera colores, unde 194.
Atmoſphæra humida levior quam ſicca 322. Lunæ 71. Solis & Stellarum impedit, quominus abeant in vapores. 275.
Attractio duritiei cauſa. 315. *ſeq.* eſt vis qua corpora ad ſe mutuo tendunt. 304. impulſu poteſt effici. 304. in exiguis corporibus fortior. 329. 282. multorum chymicorum effectuum cauſa 304. *ſeq.* 316. mutua particularum aquæ, & Salis Tartari aut Olei Vitrioli. 304. non extenditur ad magna intervalla. 320. refractionis, reflexionis, & inflexionis radiorum cauſa. 299. *ſeq.*
Attractione & repulſione reguntur minorum corporum motus. 322.
Attractiones plures, gravitatis, virtutiſque electricæ & magneticæ. 303. 304.
Attractionis admodum fortis exemplum 319. effectus, exempla, veritas. 303. *ſeq.* 316. *ſeq.* leges,

Digitized by Google

leges, proprietateſque prius cognoſcendæ quam cauſa indaganda 304. limites anguſti eſſe poſſunt. 304.

Attritu, corpora nigreſcunt. 200. metalla & pigmenta quædam colorem mutant. 193. 199.

Attritus reſiſtentiæ partem efficit. 294.

Auditus quomodo efficiatur. 284.

Aureus color & flavus ſunt priſmaticorum fulgentiſſimi. 69.

Auri bractea radios flavos reflectit, virides tranſmittit. 133. 193. partes partibus metallorum alborum majores. 198. pori aquam tranſmittere poſſunt. 206. raritas, *ibid.*

Aurum aqua regia ſolvitur, non aqua forti. 309. 310. quomodo albeſcat. 198. ut album appareat efficere. 137.

B.

Barometrum, mira ſuſpenſio argenti vivi, in ejus tubo. 316.

Bartholinus (Eraſmus) cryſtallum Islandicam deſcripſit, 285.

Bartolus, librum *Ant. de Dominis* de radiis viſus & lucis edidit. 121.

Bitumen. 311. ei debetur ſulphuris ſublimatio. *ibid.*

Boyle (Robertus) machinam pneumaticam perfecit. 202. aquam convertit in Terram. 302.

Bractea auri. Vid. *Auri bractea.*

Bulla aquæ Saponaceæ annulos coloratos regulares exhibet. 158 *ſeq.* Vid. *Annuli colorati.*

Bullæ aquæ ſaponaceæ craſſitudo in locis in quibus datum colorem exhibet. 176.

Bullarum aquearum colores regulariter mutantur, nulla habita ratione umbrarum confinii. 85.

Bullula medii aere ſubtilioris. 153.

Butyrum Stibii. 319. 310.

C.

Cæleſtia ſpatia fere vacua aere, & omni materia. 295. 296.

Cæleſtis arcus. Vid. *Arcus Cæleſtis.*

Cæleſtium corporum motus attractione gravitatis reguntur. 322.

Cœli color, cujuſnam ordinis. 197.

Cœli mediis denſis non replentur. 295. *ſeq.*

Cœruleus arcus. Vid. *Arcus cæruleus.*

Calor ad fluiditatem confert. 296. aquæ reſiſtentiam vix minuit. *ibid.* homogenea congregat, hetero-

Digitized by Google

heterogenea ſeparat, 3·o. intenditur ex medii ætherei vibrationibus. 280. Solis, unde ? 275. trans vacuum defertur. 280. vehemens oritur ex variorum corporum miſcela. 305. *ſeq.*

Calorem ſervant diutius magna corpora. 275.

Caloris gradus in diſſolutionibus, reſpondere videtur earum celeritati. 306.

Candelæ lumen Priſmate refractum. 127.

Capillamenta nervorum, ſolida, pellucida, uniformia. 276. 284.

Capillares tubi. 317.

Capillorum & corporum parvorum umbræ lumine per foraminulum admiſſo, ſunt juſto latiores. 252. Vid. *Umbræ. Fimbriæ.*

Carbo candens cur celerrime in orbem actus circulum igneum referat. 101. 279.

Carteſius (Renatus) arcus cœleſtis phænomena explicavit. 127.

Cauſæ intelligentis neceſſitas. 327.

Chalybis candentis & metallorum fuſorum colores. 198. mutato oculi poſitu mutantur. 164.

Chaos refert Salis particula. 313.

Charta alba eidem lumini expoſita, ſub obliquitate diverſa, diverſi coloris apparet. 83. 84. omni radiorum genere colluſtrata, alba videtur. 96. *ſeq.* radium album oblique excipiens, colorata videtur. 100. 104.

Chartæ albor cujuſnam ordinis. 197.

Chartæ bicoloris per Priſma viſæ ſpecies. 13. *ſeq.* 32. radiis per lentem transmiſſis depicta imago. 15. *ſeq.*

Chymicorum effectuum multorum cauſa attractio. 315.

Cinerei colores compoſiti. 96. *ſeq.* 109.

Cineres aquam attrahunt, ſed minus fortiter quam vitrum. 317. 318.

Cinnabaris. 309.

Circuli chartacei per colores Priſmaticos illuminati experimentum. 34. 35.

Circuli colorati. Vid. *Annuli colorati.*

Circulus igneus apparet cum carbo candens in orbem celerrime verſatur. 101. 279.

Cohærentia marmorum politorum 316. 322.

Cohærentiæ cauſa, principium actuoſum. 326.

Colorata corpora partes habent & poros

poros mediocris magnitudinis. 191.

Colorata videt objecta oculus colore imbutus. 10.

Coloratæ fimbriæ. Vid. *Fimbriæ.*

Colorati annuli. Vid. *annuli colorati.*

Colorati arcus. Vid. *Arcus colorati.*

Coloratis luminibus permixtis, album radium efficere. 134. *ſeq.* pulveribus permixtis, colorem leucophæum efficere. 107.

Color alius reflectitur, alius tranſmittitur a quibuſdam corporibus. 134. binarum lamellarum ad ſe mutuo appoſitarum. 176. compoſitus, heterogeneus. 4. compoſitus languidior homogeneo. 95. fuſcus aut leucophæus Soli expoſitus albus videtur. 110. in objectis, quid ſit. 90. in radiis, *ibid.* in ſenſorio, *ibid.* liquoris pellucidi variat cum ejus craſſitudine. 131. luminis heterogenei, qualis. 95. luminis homogenei, immutabilis. 87. *ſeq.* manus, in fundo maris. 131. primarius, homogeneus, ſimplex. 4. Priſmaticus, non eſt perfecte homogeneus. 36. 130. quilibet poteſt fieri exterior in confinibus lucis & umbræ. 82. radiis proprie loquendo tribui non debet. 89.

Colores atmoſphæræ, unde. 194. bullarum aquearum regulariter diſpoſiti. 158. *ſeq.* bullarum aquearum regulariter mutantur nulla habita ratione confinii umbrarum. 85. compoſiti, dantur nulli homogeneo ſimiles. 95. corporum naturalium non homogenei. 17. corporum naturalium Priſmaticis inferiores. 36. corporum naturalium, unde 128. *ſeq.* 136. *ſeq.* 186. *ſeq.* 192. diverſi ejuſdem chartæ, eidem lumini, ſub obliquitate diverſa expoſitæ. 83. 84. ex liquorum permixtione oriundi. 193. ex oculi preſſu cur videantur. 116. 278. imaginis pone Priſma. 22. imaginis, Priſmaticæ, quodnam ſpatium occupent. 90. *ſeq.* in chalybe candente & metallis fuſis. 164. 198. in corporibus albis & pellucidis videntur per Priſma. 167. & quare 179. 183. 219. *ſeq.* inter, & reflexibilitatem ac refrangibilitatem mutuus eſt reſponſus. 185. lamellæ denſioris, medio rariori circumdatæ, floridiores. 157. *ſeq.* lamellarum pellucidarum unde 286.

286. *ſeq.* 219. *ſeq.* laminarum craſſarum, pellucidarum & politarum. 225. *ſeq.* luminis homogenei reſpondent, gradibus refrangibilitatis. 87. multorum corporum, cujuſnam ſint ordinis. 195. *ſeq.* non oriuntur ex lucis & umbræ confiniis. 81. *ſeq.* non oriuntur ex novis modificationibus lucis. 81. *ſeq.* 136. *ſeq.* omnes confuſi in albitudinem abeunt. 104. 105. omnes ſub ſeptem speciebus præcipuis comprehenduntur. 87. omnes, ſunt vel ſimplices, vel compoſiti. 114. *ſeq.* phantaſtici, quales. 116. Priſmatici bini confuſi, per Priſma ſeparati cernuntur. 32. Priſmatici in circulos chartaceos incidentes, & per Priſma viſi qualia phænomena exhibeant. 34. 35. qui ſint aliis magis refrangibiles. 33. quorumdam corporum, ex variato ſitu objecti variantur. 192. quos exhibent vitra Microſcopiorum, Teleſcopiorum, & humores Oculi, unde. 119. ſunt totidem quot refrangibilitatis gradus. 87.

Colorificæ radiorum qualitates. 89. congenitæ ſunt & immutabiles. 115. 136. *ſeq.* 185.

Colori Priſmatico expoſitum corpus nec ſui, nec illius colloris videtur, 130.

Coloris diverſi lumina diverſos habent refrangibilitatis gradus. 13. *ſeq.* 22. 30. 33. 39. mutatio, ex mutato oculi ſitu, minor, in denſioribus corporibus. 164.

Colorum diverſitas in radiis, unde pendeat, 300. diverſorum ſenſus, unde. 277. harmonia & diſcordia, unde. *ibid.* heterogeneorum & homogeneorum diſcrimen. 95. mixtura, qualem colorem producat. 111. *ſeq.* mutationes variæ, unde, 192. 193. phænomena mathematice tractari queunt. 94. Priſmaticorum explicatio. 116. *ſeq.* priſmaticorum, quis fulgentiſſimus. 69. ſeries in annulis coloratis. 141. 144. 159. 227. & quare. 171. theoria eſt Mathematica. 185. varietas ex compoſitione luminum, oritur. 89.

Cometæ. Vid. *Planetæ.*

Commiſceri, quæ poſſint corpora, quæ nequeant. 310. 312.

Compoſitum lumen, 4.

Compoſitus color 4. qualem ſpeciem habeat. 111. *ſeq.*

Concretorum terreſtrium refractio, eadem quæ aeris, habito denſitatis reſpectu. 212.

Digitized by Google

Conditiones requiſitæ, ut ſuccedant experimenta de luce & coloribus. 49.

Confinia lucis & umbræ non ſunt colorum cauſæ. 81. *ſeq.*

Confuſio viſus refracti oritur ex diverſa radiorum refrangibilitate. 50.

Confuſus viſus, unde. 10.

Conſpicilla Myopibus & ſenibus utilia. 10. 11. tubulata, cur imperfecta. 57.

Converſiones corporum, aliarum in alia. 302. 303. in quo conſiſtant. 325.

Coronæ. Vid. *Halones.*

Corpora cujus vis coloris, in lumine homogeneo, ejuſdem cum illo coloris videntur. 88. & lumen in ſe mutuo converti queunt. 302. in lumine priſmatico, cujusnam coloris videantur. 130. in lumine ſui coloris homogeneo clariſſima apparent. 129. intercipiunt & reſtringuunt radios quos nec reflectunt, nec transmittunt. 133. 205. madida fuſciora apparent. 193. magna calorem diutius ſervant. 275. omnia componuntur ex particulis duris. 315. omnia, vel dura ſunt vel dureſcere poſſunt. 110. *ibid.* quando lucem emittant. 272. 302. quare ſint colorata 128. *ſeq.* rariora ſunt, quam vulgo putatur. 206. *ſeq.* reflectunt copioſius radios ſui coloris. 128. tenuiſſima, cur pellucida. 220. verſicolora. 133. 192. *ſeq.*

Corporum actio in Lumen. Vid. *Actio.*

Corporum aliorum in alia tranſmutationes. 302. & in quo conſiſtant. 325.

Corporum naturalium colores, unde 128. *ſeq.* 136. 186. *ſeq.* 192. 214. colores non prorſus homogenei. 17. 36. conſtitutio. 207. 320.

Corporum partes. Vid. *Partes.*

Corporum vis refractiva, Vid. *Vis refringens.*

Corpus coloratum, in lumine homogeneo. 88. 129. in lumine priſmatico. 130.

Coruſcationes metallicæ 307.

Craſſitudines lamellarum diverſorum mediorum quæ eoſdem colores exhibent. 153.

Craſſitudo bullæ aqueæ, in locis ubi datum colorem exhibet, reflectendo vel tranſmittendo. 176. lamellæ aereæ datos colores exhibentis. 145. *ſeq.* 156. 17 . lamellæ aqueæ datos colores exhibentis. 162. 173. lamellæ cujuſvis, cauſa eſt cur radios vel tranſmittat, vel reflectat. 204.

204. lamellarum, quæ datos colores reflectunt vel tranſmittunt, determinatur. 165. ſeq. 173. liquoris pellucidi, ejus colorem mutat. 131. particularum corporum cauſa eſt colorum eorumdem. 192.

Cryſtalliſatio Salium ex attractione. 314.

Cryſtallus de rupe geminam habet refractionem. 287.

Cryſtallus Iſlandica deſcribitur. 285. ejus mira refringendi radios proprietas. 286. una poſt alteram quomodo radios refringat. 287. 290. *Hugenii* explicatio inſufficiens. 292. quomodo explicanda ejus gemina refractio. 301.

Cubiculi tenebricoſi experimentum. 9.

Cultri acies radios luminis inflectit. 258. *ſeq.*

Cupri partes partibus metallorum alborum majores. 198.

Cupro, albor quomodo concilietur. 198.

D.

Defectus viſus Myopum & ſenilis. 10. 11.

Deliquium Salis tartari; unde. 304.

Denſa corpora, fermenteſcendo in aerem rareſiunt. 302.

Denſiſſima corpora maxime caleſiunt. 214.

Denſitas aeris, vi comprimenti proportionalis. 295. corporum major denſitate medii poros eorum permeante. 194. corporum plurium. 211. corporum vi eorum refringenti proportionalis. 209. mediorum quid faciat ad intervalla vicium facilioris reflexionis & tranſmiſſionis. 222. radiorum in foco ſuperficiei ſphæricæ. 68. reſiſtentiâ fluidorum fere proportionalis. 294.

Denſum Fluidum ad phænomena naturæ explicanda inutile eſt. 297.

Deum cognoſcere, philoſophiæ moralis fons eſt. 330. exiſtere, evincitur ex phænomenis naturæ. 298. 327.

Deus ad arbitrium corpora fingere & movere valet. 328. nec corpus habet, nec organa. *ibid.* non eſt anima mundi. *ibid.* omni præſens. 298. 328.

Diameter apparens fixarum per teleſcopium. 71.

Diffiſſio radiorum non eſt cauſa inæqualis refractionis. 23. *ſeq.*

Dilatatio radiorum. Vid. *Diffiſſio.*

Digitized by Google

Dimenſiones annulorum coloratorum. 145. 149. 157. 153. 228. arcus cæleſtis. 125. umbræ & fimbriarum capillo. 255.
Diſcordia colorum. 277.
Diſruptio partium, quomodo fiat. 325.
Diſſimilare lumen, 4.
Diſſolutionis cauſa & modus. 305. celeritas caloris gradui reſpondere videtur. 306.
Diſſolutio Salium in aqua. 313. 314. ſcobis ferreæ ab aqua forti vel ſpiritu Vitrioli cum calore conjuncta. 305. ſucceſſiva variorum metallorum ab aqua forti. 308.
Diſtantia focalis ejuſdem lentis, pro variis coloribus radiorum incidentium. 15. 36. 58. 60.
Diſtillatæ herbæ ante fermentandum, olea; poſt fermentationem, ſpiritus dant. 213. 214.
Diſtincta eſt viſio refracta corporum in lumine homogeneo poſitorum. 51.
Diſtinctus viſus, unde 10.
Dominis (Ant. de) primus arcum cœleſtem explicavit. 121.
Dura corpora ex fluidis. 315. corpora poſt impactum non reſiliunt. 323. ſunt omnia corpora, vel dureſcere poſſunt. 315.
Durities ex attratione oritur. 315. *ſeq.* materiæ ſimplicis univerſæ proprietas. 315. 323.
Durum corpus, quale ſit. 320.

E.

Ebullitio aquæ in aere & vacuo. 275.
Elaſtica corpora, quæ ſint. 320. reſiliunt poſt impactum, pro elaſticitatis gradu. 323.
Elaſticitas aeris, unde 283. 321. medii ætherei, maxima eſt. 282.
Electrica corpora, 272.
Electricitas ad exigua intervalla forſan ſine frictione extenditur. 304.
Electricus vapor e globo vitreo affricto emiſſus. 272. ejus raritas. 283.
Elliptica Halos, ejusque cauſa. 248. 249.
Errores radiorum reflexorum majores erroribus refractorum. 76.
Errores vitrorum objectivorum ex diverſa radiorum refrangibilitate præſertim oriuntur. 58. 59. 60. 67. 69. 72.
Errores vitrorum objectivorum ex figura eorum ſphærica minores quam ex diverſa radiorum re-

Digitized by Google

refrangibilitate. 67.71.72.quomodo corrigi poſſent. 72.73.
Exhalationes æſtuoſæ. 307. ſulphuroſæ. *ibid.*
Experimenta de coloribus, ut ſuccedant, quænam requiruntur. 49.
Experimentum cubiculi tenebricoſi. 9. quomodo deſcribendum. 17.
Exploſio pulveris fulminantis. 274. 306. tormentarii. 274.

F.

Faſciæ coloratæ, in ſpeculo vitreo concavo-convexo viſæ. 230. *ſeq.*
Fermentatione corpora fixa & denſa in aerem rareſcunt. 302. 321. olea in ſpiritus convertuntur. 213. 214.
Fermentationis cauſa eſt principium actuoſum & ejus effectus nonnulli. 324.
Ferrea ſcobs aqua forti aut ſpiritu vitrioli cum calore diſſolvitur. 305. depſata cum ſulphure incaleſcit. 306.
Fibræ nervorum ſolidæ ſunt. 276. 284.
Filum bicolor per priſma viſum, biſectum apparet. 32. 33.
Fimbriæ coloratæ in umbra vitri prope extremitates oblique ſecti. 354. ortæ ex inflexione radiorum, tranſeuntium prope acies cultri aut cultrorum. 261. tres, umbras corporum circumdantes, & harum colores. 254. videntur circa corpus per priſma viſum. 118. umbrarum ex quo intervallo videri incipiant. 257. umbrarum forma hyperbolica. 265. umbrarum in lumine homogeneo. 267. umbrarum oriuntur ex multiplici radiorum inflexione. 270.
Fimbriarum coloratarum circa umbram capilli dimenſiones. 255. 256. colores quamobrem hoc ordine ſe excipiant. 268. & umbræ ratio eadem in omnibus diſtantiis a capillo. 258.
Firmum corpus ex binorum liquidorum permixtione. 309.
Fixa corpora, ad certum gradum calefacta lucent. 272. 302. in aerem fermentatione rareſcunt. 321. 322.
Fixæ. Vid. *Stellæ Fixæ.*
Fixis corporibus valde adhærent ſpiritus acidi. 309.
Flamma. 273. ejus colores. 274.
Flavus & aureus color ſunt priſmaticorum fulgentiſſimi 69.
Flexibilitas diverſa radiorum diverſi coloris. 267. 268. 270.

Flores

Flores contuſi colorem mutant. 193.
Fluida dureſcere poſſunt. 315.
Fluiditas calore augetur. 296.
Fluidorum reſiſtentia. Vid. *Reſiſtantia.*
Fluidum corpus, quale ſit. 320. denſum ad explicanda Naturæ phænomena inutile eſt. 297.
Focalis diſtantia, diverſa pro radiorum incidentium diverſo colore. 15. *ſeq.* 35. *ſeq.* 58. 60.
Focis datis, ſuperficies reflectentes aut refringentes invenire. 8.
Focum reflexorum & refractorum radiorum invenire. 7. 8. 9.
Focus. 7. lentis, qualis magnitudinis. 59. 67. 69. quam denſiores habeat radios verſus centrum quam verſus circumferentiam. 68. radiorum incidentium, reflexorum, refractorum. 7.
Fontium fervidorum ratio. 307.
Foramen rotundum, lucidum, per priſma oblongum & diſcolor videtur. 22.
Formæ corporum mutabiles. 323.
Fulmina. 307.
Fulminantis pulveris exploſio. 271. 306.
Fumum emittit in vacuo mixtura ſtanni & plumbi. 273.
Fumus in flammam quomodo convertatur. 273. 274.
Fuſcus color albi ſpecies aut gradus. 109.

G.

Gemmarum pelluciditas, unde. 197.
Glandes in animalium corporibus ſuccos diverſos e ſanguine attrahunt. 318.
Globi duo, circa centrum commune gravitatis rotati, dum illud in directum movetur, motus quantitatem perpetuo variant. 322.
Globus vitreus affrictus, electricus. 272.
Gravitas eſt principium actuoſum, & ejus effectus. 320. 324.
Gravitate explicantur, reguntur, & conſervantur cœleſtium corporum motus. 297. 322. 324.
Gravitatis cauſa. 281. *ſeq.*
Grimaldi (Fr. Mar.) obſervatio de umbris corporum fimbriatis. 251. opinio de cauſa inæqualis radiorum refractionis. 23.
Guericke (Otto de) machinæ pneumaticæ inventor. 202.
Guſtus ſenſus unde. 312.
Gutta olei aſcendit inter binas lamines

minas vitreas angulum exiguum continentes. 318.
Guttarum rotunditas, unde. 320.

H.

Halleii (Edm.) experimentum de colore manus in fundo maris. 132.
Halones minores circa Solem aut Lunam. 247. 248.
Halonum cauſa. 128.
Halos elliptica circa Lunam. 248. ejus explicatio. 249.
Harmonia colorum. 277.
Hawksbeii (Franc.) experimentum de gutta olei inter binas laminas vitreas aſcendente. 319.
Herbæ diſtillatæ, ante fermentandum, olea; poſt fermentationem, ſpiritus dant. 213. 214.
Heterogeneos radios a ſe invicem ſeparare. 44. *ſeq.*
Heterogeneum lumen. 4.
Heterogeneus color. 4.
Homogeneum lumen. 4.
Homogeneus color. 4.
Hookii (Rob.) experimentum de binis liquoribus pellucidis, conjunctim opacis. 133. experimentum de duabus lamellis lapidis ſpecularis ad ſe mutuo appoſitis, 169.
Hugenius (Chriſt.) cryſtallum Iſlandicam deſcripſit. 285. & explicare tentavit, ſed inſufficienter. 292. halonum & Parheliorum cauſam dedit. 128. invenit artem qua Teleſcopiis ſine tubis uti poſſumus. 73.
Humidum corpus, quale fit. 320.
Hyperbolicæ fimbriæ. 265.
Hypotheſes ex philoſophia experimentali rejiciendæ. 325. quæ luminis phænomena explicant per novas radiorum modificationes, aut quæ lumen in preſſu conſiſtere fingunt, ſunt errantes. 291. *ſeq.*
Hypotheſis ad explicandas radiorum vices alternas facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis. 218. 279. 282. 300.

I.

Igne & putredine corpora nigreſcunt. 200.
Ignem facilius concipiunt corpora ſulphuroſa. 271.
Ignis calorem auget aer. 276.
Ignis fatuus. 273.
Ignis, in quo conſiſtat. *ibid.*
Ignita meteora. 307.
Imagines priſmaticæ, binæ confuſe per Priſma viſæ, ſeparatæ apparent. 32. 34. binæ ſeſe contingentes per tertium Priſma tranſverſim poſitum ſejunguntur. 29.

Imaginis Priſmaticæ colores, quale ſpatium occupent. 90. *ſeq.* explicatio. 26. latitudo proportionalis permixtioni radiorum. 45. longitudo, qualis, & ex quibus, pendeat. 20. longitudo receptis Optices regulis nequit explicari. 21. longitudo, ſitu priſmatis mutatur, 19.

Imago chartæ bicoloris pone lentem. 15. *ſeq.* objecti depicta per radios reflexos aut refractos. 9. 12. objecti in fundo oculi ad cerebrum propagata viſûs eſt cauſa. 10. objecti per lentem viſi eſt ad objectum ut diſtantia imaginis à lente eſt ad diſtantiam objecti. 12.

Imago Priſmatica oblonga, colorata, radiis per Priſma trajectis depicta. 19. 22. 26. quomodo penumbra orbari queat. 27. quomodo tenuiſſima fieri poſſit. 46. rotunda videtur & alba, ſi per priſma inſpiciatur, ex legitima diſtantia. 102.

Imago puncti lucidi per Teleſcopium viſi, qualis magnitudinis videatur. 70. radiis per bina priſmata tranſverſim poſita trajectis depicta, oblonga & obliqua 23. *ſeq.* 53.

Imbutus colore oculus, objecta videt colorata. 10.

Impactus leges, 323. luminis in partes ſolidas corporum non eſt reflexionis cauſa. 202.

Impreſſio ſucceſſiva ſed celerrima colorum omnium, albitudinis ſenſum excitat. 101. 103. 106.

Incidens radius. Vid. Radius.

Incidentia. Vid. *Angulus. Sinus.*

Inductionis uſus in phyſica. 329.

Inertia. Vid. *Vis inertiæ.*

Inflammabiles vapores. 307.

Inflammabilia corpora. 273. 274.

Inflexio luminis prope corpora tranſeuntis 251. *ſeq.* 258. *ſeq.* anguillarum more. 270. augetur admoto alio corpore. 260. 262. 263. major in minori diſtantia. 260. 263. 265. multiplex fimbrias umbræ producit. 270. rubri, eadem ex majori inter ac violacei ex minori. 267. 268. reflexio & refractio, ex eadem vi oriuntur. 271. reflexio & refractio, ex medii aëre ſubtilioris actione. 280. 281.

Intervalla vicium alternarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis. Vid. *Vices alternæ.*

Intervallum ex quo corpora in lumen agunt. 261. 262. 263.

Irides concentricæ per reflexionem

Digitized by Google

nem ſpeculi vitrei concavo-convexi.. Vid. *Annuli.*

Iris. Vid. *Arcus cæleſtis.*

Islandica cryſtallus. Vid. *Cryſtallus.*

L.

Lamella aerea inter bina priſmata maculam, & arcus coloratos exhibet. 141. *ſeq.* inter bina vitra, planum & convexum annulos coloratos exhibet. 143. *ſeq.* reflexis alio, alio tranſmiſſis radiis colore donata cernitur. 152. tenuiſſima pellucet. 151.

Lamella aquea, annulos exhibet ſimiles ſed minores quam aerea ejuſdem craſſitudinis. 152. 153. donatur alio colore, ſi tranſmiſſis, alio ſi reflexis radiis cernitur. 164.

Lamellæ aereæ datos colores reflectentis aut tranſmittentis craſſitudo. 145. 156. 173. *ſeq.*

Lamellæ aqueæ datos colores exhibentis craſſitudo. 162. 173. *ſeq.*

Lamellæ craſſitudo in cauſa eſt, cur radios vel reflectat vel tranſmittat. 204.

Lamellæ denſiores medio rariori terminatæ quales colores exhibeant. 157. *ſeq.* diverſorum mediorum eundem colorem exhibentes craſſitudines habent, ut ſinus qui metiuntur in refractiones ex iſtis mediis in aerem. 153. tenues per Priſma viſæ, ſub certo aſpectu coloratæ ſub alio decolores videntur, & quare 182. tenuiſſimæ vim reflectentem amittunt. 220.

Lamella lamellæ impoſita qualem colorem exhibeat. 176. tenuior, copioſius radios reflectit, niſi tranſmittat. 165. 166. tenuis, colorem eundem, ſed debiliorem exhibet aucta medii ambientis denſitate. 164. 165. tenuis, colores floridiores exhibet, ſi denſior ſit medio circundante, quam ſi rarior. 165. tenuis denſior, minus variat colores, mutato oculi poſitu, quam rarior. 162.

Lamellarum coloratarum craſſitudo, 173. 175. tenuium colores unde. 186. *ſeq.*

Laminæ vitreæ angulum exiguum formantes guttam olei attrahunt. 318.

Laminarum craſſarum, pellucidarum & politarum colores 225. *ſeq.*

Lapidis ſpecularis lamellæ binæ ſibi mutuo appoſitæ, quem colorem

Digitized by Google

lorem exhibeant. 175. lamella madida, eodem colore, ſed debiliori videtur. 164. 165.

Lapidum pelluciditas unde. 197.

Latera diverſa radiorum luminis, diverſis qualitatibus prædita 288. *ſeq.*

Latitudo imaginis priſmaticæ. Vid. *Imaginis priſmaticæ* latitudo.

Leges Motus, ex inertiæ vi. 326.

Lens vitrea, qualis. 6. qualem depingat imaginem chartæ bicoloris. 15. *ſeq.* quomodo lumen refringat. 6.

Lente vitrea objectum videtur in alio loco & alia magnitudine. 12.

Lentis ejuſdem diſtantia focalis varia eſt, pro diverſis radiorum incidentium coloribus. 15. *ſeq.* 35. *ſeq.* focum invenire. 8. focus, qualem magnitudinem habeat. 59. 67. 69. focus, radios habet denſiores verſus medium quam verſus circumferentiam. 68

Leucophæus color, albi ſpecies. 109. ex pulverum coloratorum permixtione. *ibid.*

Lignum Nephreticum. Vid. *Nephreticum lignum.*

Limites attractionis ſunt peranguſti. 304.

Lintei, albor, cujuſnam ordinis. 197.

Liquores pellucidi, bini, conjunctim opaci. 132.

Liquoris pellucidi color cum craſſitudine illius variat. 131. rubri in vaſe conico colores. *ibid.*

Liquorum permixtione colores naſcuntur. 193.

Locus apparens objecti per reflexionem aut refractionem viſi. 10. per Priſma aut lentem viſi. 12.

Longitudo imaginis priſmaticæ. Vid. *Imaginis priſmaticæ* longitudo.

Lucida corpora, qualia ſint. 272. 302.

Lucis particulæ. Vid. *Particulæ* lucis.

Lumen candelæ priſmate refractum. 127. compoſitum, diſſimilare, heterogeneum. 4. cujuſvis coloris fortiſſime reflectitur a corporibus albis. 107. & corpora in ſe mutuo converti poſſunt. 302.

Lumen homogeneum, ſimilare ſimplex. 4. fortius reflectitur à corporibus ſui coloris. 128. 129. reflexione & refractione colorem mutare nequit. 87. 88. refringitur regulariter. 50. ſuum habet colorem immutabilem. 87. *ſeq.*

Lumen partibus conſtat. 2. per guttas

Digitized by Google

guttas pluviæ bis refractum, ubi fortiſſimum. 127. refractum album manet, ſi contrariis refractionibus corrigitur. 92.
Lumen ſolis eſt ſubflavum. 119. ex radiis diverſe reflexibilibus conſtat. 39. *ſeq.* 43. ex radiis diverſe refrangibilibus conſtat. 18. *ſeq.* ſpacio temporis propagatur. 3. 215.
Lumina quæ colore differunt, differunt refrangibilitatis gradu. 13. *ſeq.* 22. 30. 33. 59.
Lumine homogeneo colluſtrata objecta per priſma videntur diſtincte. 51.
Luminibus coloratis permixtis, componere radium luminis albi. 134. *ſeq.*
Luminis actio in corpora. Vid. *actio.*
Luminis compoſiti radios heterogeneos ſeparare. 44. 46. emiſſio vim repellentem probat. 321. & umbræ confinia non ſunt cauſa colorum. 81. *ſeq.* heterogenei color, qualis. 95. impactus in partes ſolidas corporum non eſt reflexionis cauſa. 202. in lente & in priſmate refractio. 6. inter binos cultros tranſeuntis inflexiones. 260. *ſeq.* natura indagata. 215. propagatio non fit per preſſum. 291. *ſeq.* propagatio ſucceſſiva. 3. 215.
Luminis radius. Vid. *Radius.*
Luminis ſolaris albor ex primariis omnibus coloribus componitur. 96. *ſeq.*
Luminis velocitas. 215. 282.
Lunæ Atmoſphæra. 71.
Luna Fixas tegit. *ibid.*

M.

Macula alba in medio annulorum per reflexionem ſpeculi vitrei concavo-convexi productorum. 226. 242. *ſeq.* lumine reflexo nigra, tranſmiſſo alba inter bina Priſmata aut vitra convexa. 140. 141. inter bina Priſmata aut vitra, major videtur, cum oblique inſpicitur. 151. in ſummitate bullæ aquæ ſaponaceæ. 158.
Maculæ mobiles in bulla aquæ ſaponaceæ. 159.
Madida corpora fuſciora videntur. 193.
Magneticorum effluviorum raritas 284.
Magnitudo objecti per lentem unam aut plures viſi. 12. partium corporum ex eorum coloribus conjici

jici poteſt. 195. puncti lucidi per Teleſcopium viſi. 70.
Manus color in fundo maris. 132.
Marchaſita ex quibus conſtent. 311.
Marinarum aquarum vortices. 307.
Maris in fundo experimentum inſtitutum 132.
Marmorum politorum cohærentia difficilis ſed valida, 322. in vacuo. 316.
Materia Animalium & plantarum ex aqua. 213.
Medii aere ſubtilioris bullula. 153. exiſtentia. 280. *ſeq.* elaſticitas & effectus. *ibid.*
Mediorum denſitas quid faciat ad vices alternas facilioris reflexionis & facilioris transmiſſus. 222.
Medium æthereum gravitatis cauſa 281. *ſeq.* recedendo à corporibus denſius evadit. 281.
Medium denſius refrangit radios verſus perpendiculum. 5.
Mephites ſubterranea. 307.
Mercurius dulcis 312. ſublimatus 309. 312. Vid. *argentum vivum.*
Metalla alba attritu nigreſcunt. 199. alia aliis diſſolutu faciliora. 308. fortiter adhærent menſtruis ſuis. 305. liquefacta nec fumum nec flammam emittunt 273. ſoluta ſunt pellucida. 189. 191. 197. 198.
Metallicæ coruſcationes. 307.
Metallici ſpeculi perpoliendi ratio 74. politura difficilior quam vitrei. 76. reflexione plus luminis amittitur quam vitrei refractione. 74.
Metallorum albor cujuſnam ordinis. 197. alborum partes minores flavorum partibus 198. fuſorum colores. 164. 198. ſolutorum ſapores 312.
Meteora ignita 307.
Methodus. Analytica. Synthetica. Vid. *Analytica. Synthetica methodus.*
Microſcopiis, an cerni queant partes corporum ex quibus color eorum pendet. 200. 201.
Microſcopiorum theoria. 12. vitra, quare colorent objecta. 119.
Mixtura colorum, qualem colorem exhibeat. 111. *ſeq.* plumbi & ſtanni fumum amittit in vacuo. 275
Molle corpus, quale ſit. 320.
Mollia corpora poſt impactum non reſiliunt. 323.
Montes ardentes. 307.
Moralis Philoſophia Vid. *Philoſophia.*
Motus animalis, quomodo efficiatur 284. cœleſtrium corporum

rum attractione gravitatis regitur. 297. 322. 324. corporum minorum regitur vi attrahente & repellente. 322. perpetuo imminuitur. 323. planetarum cæco ſato non tribuendus. 327. undarum quaquaverſum ſe inflectit. 292.

Motus acceleratio per ſpatium attractionis. 55. 209. generalia principia ex phœnomenis derivare eſt vere philoſophari. 326. leges ex vi inertiæ. *ibid.* productio & conſervatio principiis actuoſis indiget. 322. quantitas non ſemper eadem 322. *ſeq.*

Motus terræ. 307.

Mundi origo ex creatione. 327.

Mundus non eſt corpus Dei 328.

Muſcæ, ſicco pede, aquæ inambulant. 322.

Mutationes corporum. 302. in quo conſiſtant 325.

Myopum viſus. 11.

N

Naturæ Leges variare potuit Deus. 328. opera ſecretiora, quid obeſt quin videamus. 201.

Naturalis Philoſophia. Vid. *Philoſophia.*

Natura luminis indagata. 215. *ſeq.*

Natura rerum corporearum qualis. 315. 327. quare durabilis 325. tandem deſiderabit manum emendatricem. 327.

Natura ſibi conſentanea & conſimilis. 304. ſimplex. 322.

Nephretici ligni infuſio radios flavos tranſmittit, cæruleos reflectit. 133. 137. 193.

Nervi optici concurrunt in pleriſque animalibus. 278.

Nervorum fibræ ſunt ſolidæ 276. 284, obſtructio paralyſim inducit. 284. opacitas unde. 285.

Nervus opticus quomodo a radiis luminis afficiatur. 276.

Nigra corpora alia colore ſuo facile inficiunt. 200. facile caleſiunt & comburuntur. *ibid.* 271.

Nigra efficiuntur corpora attritu, igne, & putredine. 200.

Nigrorum corporum partes omnium minimæ. 199.

Nigrum corpus albo circumdatum quomodo per Priſma videatur. 118.

Nitrum Vid. *Sal nitri.*

Nutrimentum animalium & plantarum in eorum ſimilitudinem convertitur. 313.

Digitized by Google

O.

Objecta lumine homogeneo colluſtrata, per Priſma diſtincte videntur. 51.
Objecti per reflexionem aut refractionem viſi, imago. 9. locus & ſitus apparens. 11. magnitudo apparens. 12.
Objectum, cur binis oculis videatur unum, 277. rotundum, lucidum, per priſma videtur oblongum, diſcolor. 22.
Obliquitas chartæ eidem lumini expoſitæ diverſa diverſos colores exhibet. 83. 84. radiorum incidentium, quid faciat ad annulorum coloratorum magnitudinem. 149. 155. 161. 177. 242. radiorum incidentium, quid faciat ad intervalla vicium alternarum facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſus. 221.
Oculi deſcriptio. 10. humores objecta colorata exhibere poſſunt. 119. poſitu mutato, mutantur quorumdam corporum colores. 133. 164. 192. poſitu mutato, minus variantur colores lamellæ denſioris, quam rarioris. 162. preſſu colores videntur. 116. 278.
Oculis binis, cur objectum videatur ſimplex 277.
Oculus colore imbutus objecta videt colorata. 10.
Officia noſtra, unde derivanda. 330.
Olea fermentatione in ſpiritus convertuntur. 214. multa, affuſo ſpiritu nitri compoſito, in flammas erumpunt. 305. 306.
Oleum vitrioli. Vid. *Vitrioli Oleum*.
Opaca corpora, lumen tranſmittunt, ſi ſatis tenuia. 133. 134. partes habent & poros non nimis parvos. 191. poris ſcatent 190. quomodo pellucida evadant. *ibid.*
Opacitas corporum unde 189. 190. nervorum unde. 285.
Opacum corpus ex binis pellucidis. 132.
Optica mathematice tractari poteſt. 94.
Opticæ compendium 4-12.
Opticus Nervus Vid. *Nervus Opticus*.
Origo rerum corporearum. 327.

P.

Paralyſim inducit Nervorum obſtructio. 234.
Parheliorum rationem dedit *Hugenius*. 128.

Par-

Digitized by Google

Partes animalium & plantarum ex quibus accreſcant & in quæ deſinant. 303. ex volatilibus & fixis, fluidis & ſolidis conſtant. 311. 312. quomodo nutrimentum in ſuam ſimilitudinem convertant. 313.

Partes corporum, ex quibus colores eorum pendent, cujuſnam ſint magnitudinis ex colore eorum conjici poteſt. 195. denſiores ſunt medio poros eorum permeante. 194. microſcopiis, an poſſint videri. 200. 201. non debent eſſe nimis exiguæ, ut corpora ſint opaca & colorata. 191.

Partes corporum minimæ ſunt pellucidæ 189. 191. nigrorum, omnium minimæ. 199. ſulphuroſæ ſunt præcipua cauſa vis refractivæ eorumdem. 214.

Partes luminis ſucceſſivæ & contemporaneæ. 2.

Particulæ aëris & ætheris à ſe invicem recedere conantur. 283. corporum exiguæ viribus donantur, quibus agunt in ſe invicem. 303. *ſeq.* corporum omnium ſunt duræ. 315, 325. lucis, quæ in corporibus ſunt, vim eorum actuoſam producunt. 302.

Particulæ primigeniæ corporum 325. 326. duræ. 315. 325. nequeunt dividi. 316. 328.

Particularum ex quibus corpora componuntur craſſitudo, cauſa eſt coloris eorundem. 192.

Particula Salis chao ſimilis eſt. 313.

Partium pelluciditas obeſt quin cernamus Naturæ ſecretiora opera. 201. tenuitas pelluciditatem facit. 191.

Pellucent corpora opaca, ſi ſatis tenuia. 134.

Pellucida corpora, quomodo opaca evadant. 190. tenuia, colores varios exhibent. 139.

Pellucida cur ſint corpora tenuiſſima. 220.

Pellucidæ ſunt corporum partes minimæ. 189. 191.

Pellucidi liquores conjunctim opaci. 132.

Pelluciditas variorum corporum, unde. 191.

Pellucidum corpus efficere, ut alium colorem reflectat, alium tranſmittat. 134. eodem colore cur videatur, lumine reflexo & tranſmiſſo. 134.

Penumbra orbare imaginem priſmaticam. 27.

Permiſceri quæ poſſint corpora, quæ non 310. 322.

Permixtio radiorum, proportionalis

nalis eſt latitudini imaginis priſmaticæ. 45.
Permixti radii colorem ſuum ſervant. 99. 104.
Permixtis liquoribus, miri colores oriuntur, 193. pulveribus coloratis ſubalbidus color efficitur. 107. *ſeq.* radiis diverſis, radium album efficere. 134. *ſeq.*
Perpendiculum verſus fit refractio ex medio rariori in denſius. 5.
Phantaſtici colores. 116.
Philoſophandi vera methodus. 297. 326.
Philoſophia moralis ethnicorum cur imperfecta. 330. nititur Dei cognitione. 330.
Philoſophiæ naturalis officium & finis. 297. uſus in philoſophia morali. 330.
Philoſophorum antiquiſſimorum principia. 297. recentiorum commenta *ibid.*
Phoſphori varii. 272.
Pigmenta quædam attritu colorem mutant. 193.
Planetarum & Cometarum motibus non obſtat perexigua ætheris reſiſtentia. 283. 296. motus conſervantur, explicantur & reguntur per gravitatem. 297. 322. 324. motus in fluido denſo cito ſiſterentur. 296.
Planetarum motus cœco fato tribui non poſſunt. 327.
Plani reflectentis vel refringentis focum invenire. 7.
Plantarum colores cujusnam ordinis. 196.
Plantarum & animalium materia ex aqua. 213.
Plantarum partes. Vid. *Partes.*
Plumarum diverſi colores pro diverſo oculi ſitu. 192. 193.
Plumbi & ſtanni mixtura fumum emittit in vacuo. 273.
Polienda vitra & ſpecula metallica quomodo ſint 74. 75. 77.
Politorum corporum irregularis reflexio. 225. ſuperficies cur radios tam accurate reflectant. 204.
Pondus aeris ebullitioni aquæ obſtaculo eſt 275.
Pori corporum opacorum & coloratorum non debent eſſe nimis anguſti. 191. vel vacui ſunt, vel medio diverſæ denſitatis replentur. 190.
Præcipitatio ſtibii de butyro ejus per aquam ſimplicem. 310.
Preſſu, lumen non propagatur. 292. oculi colores videntur. 116. 278.
Primarius color. 4.
Principia actuoſa, (gravitas, fermentationis & cohærentiæ cauſa)

Digitized by Google

ſa) 324. 326. ad motum producendum & conſervandum neceſſaria 322. 324. 326. exiſtunt & manifeſta ſunt. 326. latentem cauſam habent. *ibid.* quomodo conſideranda *ibid.* ſine his, omnia torperent. 325.

Principia Philoſophorum antiquiſſimorum. 297.

Principium paſſivum, vis inertiæ 322.

Priſma ex laminis vitreis confectum 50. 82. *ſeq.*

Priſma vitreum. 6. annulos arcus & colores detegit ubi nullos oculus videt & quare 167. 179. 182. 219. 227. in experimentis ſumendis, quale eſſe debeat. 27. quomodo radium refringat. 6.

Priſmata ad ſe arctius compreſſa, maculam & arcus coloratos exhibent. 140. *ſeq.* bina.

Priſma formam Parallelopipedi compacta, quomodo lumen reflectant & refringant. 39. *ſeq.* 85. bina tranſverſim poſita, qualem imaginem depingant. 23. *ſeq.* 53.

Priſmate charta bicolor, biſecta apparet. 13. *ſeq.* 32. filum bicolor biſectum apparet. 32. 33. refractum lumen candelæ 127. videtur objectum in alio loco. 12. videtur oblongum & diſcolor objectum rotundum lucidum. 22. videntur ſeparatæ binæ imagines priſmaticæ confuſæ. 33. 34. viſum corpus, fimbriatum apparet. 118.

Priſmaticus color. Vid. *Color.*

Priſmatis materia non cauſat diverſam radiorum refrangibilitatem. 20. phænomena explicantur. 116. *ſeq* ſitu mutato, mutatur longitudo imaginis priſmaticæ. 19. ſitus in experimentis convenientiſſimus. 18.

Procellæ. 307.

Propagatio luminis ſucceſſiva. 3. 215. 282. non fit per preſſum. 291. *ſeq.*

Pulſuum in mediis elaſticis velocitates. 282.

Pulveres ſicci ægre cohærent. 322.

Pulveribus coloratis permixtis, album efficitur ſubobſcurum. 107.

Pulveris fulminantis & tormentarii exploſio. 274. 306.

Puncti lucidi per teleſcopium viſi magnitudo. 70.

Putredine corpora nigreſcunt. 200.

Putredo, unde. 313.

Q.

Quæſtiones præcipuæ in philoſophia naturali expediendæ 297. 298.

Qualitates occultæ cur rejiciendæ. 326.

R

Radii alii aliis facilius reflexibiles. 34. 43. alii aliis magis refrangibiles, ratione conſtanti. 25. 26.27.28.30.31.32 *ſeq.* alii reflectuntur, alii tranſmittuntur a quibuſdam corporibus.133.193 diverſi generis quales habeant vices alternas facilioris reflexionis & facilioris transmiſſus. 221. diverſorum colorum permixti non agunt in ſe invicem. 99. 104. in compoſitione copioſiores prevalent & album tingunt ſuo colore. 98.100. 104. in medium quodvis incidentes, in eo vibrationes excitant. 279. luminis ſunt corpuſcula dura. 315. luminis ſunt corpuſcula e corporibus lucentibus emiſſa 298. *ſeq.* magis refrangibiles ſunt magis reflexibiles. 37. 43. omnium colorum in foco lentis coacti alborem conſtituunt. 97. proprie loquendo non ſunt colorati. 89. qui colore differunt, differunt refrangibilitate. 23 *ſq.* 30. 33. 39. qui refrangibilitate differunt, differunt flexibilitate. 270. reflexi vel refracti, quando depingant imaginem objecti. 9. reſtinguuntur, qui nec reflectuntur. nec transmittuntur. 233. 205. reſtinguuntur, qui ſolidas corporum in partes impingunt. 205. rubri, flavi, virides, &c. quales dicantur. 89. Solis diverſe refrangibiles. 18. *ſeq.*

Radiorum alii reflectuntur, alii tranſmittuntur ſub eodem incidentiæ angulo. 203. 204. colorificæ qualitates ſunt immutabiles & congenitæ. 115. 136. 185. denſitas in foco lentis. 68. diverſa coloratorum diverſi refrangibilitatis gradus. 90. *ſeq.* diverſi coloris diverſa reflexibilitas & refrangibilitas eſt congenita & immutabilis. 183. 184. diverſitas in quo ſita ſit. 300. in Nervum Opticum actio. qualis. 276. luminis diverſa ſunt latera, diverſis qualitatibus prædita. 288. *ſeq.* 292. mira proprietas cryſtallo Islandica detecta. 288. permixtio in imagine priſmatica. 45. proprietates explicantur. 299. *ſeq.* proprieta-

prietates plures forſan detegendæ reſtant. 288. reflexibilitas. 3. refrangibilitas. 2. reflexorum eædem ſunt vices alternæ facilioris reflexionis & transmiſſus, ac incidentium & refractorum. 223. 224. reflexorum & refractorum focum invenire. 7. 8. refractio regularis non fortuita. 28.

Radiorum vices alternæ. Vid. *Vices.*

Radios heterogeneos à ſe invicem ſeparare. 44. *ſeq.* ſui coloris corpora fortius reflectunt. 128.

Radius luminis. 2. albus factitius. 134. *ſeq.* compoſitus, qualem colorem habeat 111. *ſeq.* incidens, fit refractus ſi refractus fiat incidens. 4. in lente refractus. 6. in priſmate refractus. 6. per bina priſmata tranſverſim poſita refractus, imaginem depingit oblongam obliquam. 23. *ſeq.* per tria aut plura priſmata trajectus oſtenditur conſtare radiis diverſe refrangibilibus. 25. reflexus conſtat radiis diverſe refrangibilibus. 38. refractus, ſi fiat incidens; tum incidens fit refractus. 4. ſemel magis refractus, ſemper magis refringitur. 25. 30.

Raritas aëris & aliorum corporum. 283. 284. aëris, in variis a terra diſtantiis. 295. 296. aeris in ſummitate athmoſpæræ. 283. ætheris. *ibid.* corporum major eſt quam putatur vulgo. 206. corporum quomodo explicanda 207. effluviorum magneticorum. 284. electrici vaporis. 283.

Reflexibilitas. 3. diverſa diverſorum radiorum. 37. 43. immutabilis & congenita. 184. major, minorve. 3. reſpondet radiorum coloribus. 185.

Reflexio accurata ſuperficierum politarum 204. fortior ex vitro in vacuum quam in aquam aut aerem. 202. fortiſſima, ubi vis refringens maxima. 187. 210. in priſmate arcum cæruleum exhibet. 119. 120. irregularis corporum politorum. 225. luminis oritur ex inæquali denſitate medii ætherei. 281. luminis vim repellentem indicat. 321. nulla in confinibus mediorum æqualiter refringentium. 187. 188. nulla in contactu duorum vitrorum. 203. refractio & inflexio ex una eademque vi proficiſcuntur. 208. 271. ſub diverſis obliquitatibus, diverſa. 203. totalis, ſub quo angulo incidentiæ incipiat. 187. 207.

Reflexione metalli plures reſtinguuntur radii, quam refractione vitri. 74.

Reflexiones laminarum pellucidarum & politarum. 225. *ſeq.*

Reflexionis Angulus, Sinus, Vid. *Angulus Sinus.*

Reflexionis cauſa, attractio. 299. *ſeq.* cauſa non eſt impactus luminis in partes ſolidas corporum. 202. errores majores quam refractionis. 76. forum invenire. 7. 8.

Refractio aeris, & variorum corporum, qualis. 211. 212. contraria refractione correcta, colores non producit. 92. e rariori medio in denſius, fit verſus perpendiculum. 5. ex aere in vitrum & in aquam, qualis. 5. 57. ex medio in aliud datur, datis refractionibus ex utroque in aliud. 93. 94. in lente, 6. in priſmate. 6. luminis ex diverſa medii ætherii denſitate oritur. 2?0. *ſeq.* radiorum maxime & minime refrangibilium, qualis. 58. regularis luminis homogenei. 50.

Refractionem inter & reflexionem analogia. 187. 220.

Refractione vitri pauciores reſtinguuntur radii quam reflexione metalli. 74.

Refractionis angulus, ſinus. Vid. *Angelus. Sinus.*

Refractionis cauſa attractio. 299. errores minores quam reflexionis. 76. focum invenire. 7. 8.

Refractiva viſ. Vid. *Vis refringens.*

Refrangibilitas. 2. major minorve. *ibid.*

Refrangibilitas radiorum diverſi coloris diverſa. 18. *ſeq.* 23. *ſeq.* 30. 33. 39. 183. cauſa eſt confuſionis viſus refracti. 50. non oritur ex cauſis irregularibus. 183. qualis ea ſit. 58. 90. 93. quam cauſam habeat 300. reſpondet coloribus. 185. reſpondet diverſæ flexibilitati radiorum 270. Teleſcopiorum perfectioni magis nocet, quam ſphærica vitrorum figura. 67. 71. 72.

Refringens vis. Vid. *Vis refringens.*

Repellens vis Vid. *Vis repellens.*

Reſiſtentia aeris in vacuo Boyleano fere nulla. 295. ætheris per exigua. 283. aquæ calidæ non multo minor quam frigidæ. 296. fluidorum, denſitati eorum fere proportionalis. 294. fluidorum multo major foret, ſi pori eorum materia ſubtili replerentur. 295. fluidorum

dorum, unde. 294. qualis foret, ſi plena forent omnia corporibus. 296.

Roemerus (Olaus) ſucceſſivam luminis propagationem primus obſervavit. 215.

Rotunditas guttarum fluidorum, unde 320.

Rubigo, unde. 307. 308. 312.

S.

Sal Ammoniacus ex quibus componatur 309. Stibium ſublimat. 309. 310.

Sal communis aquam in aere volitantem non attrahit. 304.

Sales conſtant ex terra ſicca & acido aquoſo. 312. ex aqua & terra componuntur. 213. quare in aqua ſolubiles. 313. quomodo deſtruantur. *ibid.*

Salis alkali. Vid. *Alkali.*

Salis compoſitio. 313.

Salis nitri ſpiritus compoſitus. Vid. *Spiritus Nitri.*

Salis partes fortius aquam attrahunt, quam ſemetipſas. 314. particula chao ſimilis. 313. pelluciditas, unde. 197.

Salium cryſtalliſatio vim attrahentem indicat. 314. diſſolutio in aqua. 313. 314. natura quare durabilis. 313. partes habent latera diverſis viribus prædita. 314.

Sal nitri affuſus ſpiritui vitrioli, ebullitionem ciet, 305. aquam in aere volitantem non attrahit. 304.

Sal tartari aquæ particulas attrahit, donec ſaturetur. 304.

Sapor acidorum, & metallorum, ſolutorum unde. 312.

Saporum cauſa, qualis. *ibid.*

Scintillatio fixarum. 79.

Scobs ferrea. Vid. *Ferrea Scobs.*

Secretio ſuccorum variorum per glandes. 318.

Senibus conſpicilla cur utilia. 10. 11.

Senilis viſus defectus. *ibid.*

Senſationes quomodo efficiantur. 284.

Senſorium animalium. 298. 328.

Senſus auditus. 284. guſtus. 312. viſus. 284. diverſorum colorum. 277.

Senſuum organa cur data ſint. 328.

Separare a ſe invicem radios heterogeneos. 44.

Series colorum in annulis coloratis. 141. 144. 159. 172.

Similare lumen. 4.

Simplex color. 4. lumen. *ibid.*

Sinus incidentiæ, reflexionis, refractionis. 4. incidentiæ & refractionis ſunt in ratione data. 5. 52. *ſeq.* 299. incidentiæ & refractionis quam rationem inter

ter

ter ſe habeant in diverſis mediis. 93.

Sinuum incidentiæ & refractionis ratio ex aere in aquam & ex aere in vitrum. 5. in diverſi coloris radiis. 92. 93.

Sinuum refractionis exceſſus ſupra ſinum incidentiæ ſunt in ratione data, cum lumen e diverſis mediis in unum rarius tranſit. 93.

Situs apparens objecti reflectione aut refractione viſi. 11. 12. priſmatis convenientiſſimus in experimentis. 18.

Sol arcus coloratos exhibet per plumam aut teniam nigram viſus. 255.

Solis atmoſphæra impedit quominus abeat in vapores. 275. calor, unde. *ibid.* lumen conſtat ex radiis diverſe reflexibilibus & refrangibilibus. 39. *ſeq.* 18. *ſeq.* lumen eſt ſubflavum. 119.

Soni velocitas. 282.

Sonus in aëre, in corpore ſonoro in ſenſorio, quid ſit. 89.

Spatia cœleſtia omnis ſenſibilis reſiſtentiæ expertia. 293. 294. 296.

Speculi Metallici perpoliendi ratio, 4. 73. difficilior quam vitrei. 76.

Speculi Metallici reflexione annuli nulli producuntur. 231.

Speculi vitrei concavo-convexi phænomena. 226.

Speculum vitreum melius metallico ad teleſcopium per reflexionem. 76.

Sphæricæ ſuperficiei reflectentis vel refringentis focum invenire. 7. 8.

Sphærica vitrorum figura minus nocet teleſcopiorum perfectioni quam diverſa radiorum refrangibilitas. 67. 71. 72.

Spiritus acidi. Vid. *Acidi.*

Spiritus ex oleis fermentatis. 214. inflammabiles. 273.

Spiritus Nitri compoſitus. 305. affuſus oleis quibuſdam aut Spiritui vini erumpit in flammas. 305. 306.

Spiritus vini cum oleo vitrioli diſtillatus. 310. 311. cum ſpiritu urinæ in corpus firmum coaleſcit. 309. diſtillando fit magis aquoſus. 213. ex aqua & oleo fermentatione conjunctis conſtat. *ibid.* per affuſum Spiritum Nitri compoſitum inflammatur. 305. 306.

Spiritus Vitrioli affuſus Sali vel Nitro, ebullit & coaleſcit. 305. attrahitur ab aqua, fortius à corpore fixo. 308. fortius attrahitur

Digitized by Google

bitur ab aqua, fortius a corpore fixo. 308. fortius attrahitur ab alkali fixo ſalis vel vitri, quam ſpiritus ſalis vel nitri. 305. ſcobem ferream cum calore diſſolvit. *ibid.*

Spiritus urinæ cum ſpiritu vini in corpus firmum coaleſcit. 309.

Spongia aquam attrahit ſuctu. 318.

Spuma albor cujuſnam ordinis. 197.

Spuma aquæ ſaponaceæ eminus multicolor, cominus alba videtur. 107.

Stanni & plumbi mixtura in vacuo fumos emittit. 275.

Stellæ fixæ inſtar punctorum videntur. 71. per lunam teguntur. *ibid.*

Stellarum fixarum apparens per teleſcopium diameter. 71. conſtitutio. 275. ſcintillatio, unde. 79.

Stibii butyrum. 309. 310. ſublimatio. 309.

Stibium præcipitatur de butyro ſuo per aquam ſimplicem. 310.

Subalbidus color, ex pulverum coloratorum permixtione. 107.

Sublimatio mercurii, 309. 322. Sulphuris. 311.

Sulphura fortiſſime agunt in radios lucis. 214.

Sulphur contuſum, cum ſcobe ferrea denſatum incaleſcit, 306.

Sulphuris compoſitio, 311. Oleum, *ibid.* Sublimatio, *ibid.*

Sulphuroſa corpora aliis majorem habent vim refringentem. 209. 213. Ignem facilius concipiunt. 271.

Sulphuroſæ corporum partes, vis refractivæ eorum cauſa præcipua. 214. exalationes 307.

Sulphuroſi vapores, quibus abundant viſcera terræ ſunt multorum phænomenorum cauſæ. 307.

Superficies corporum politorum, quomodo radios tam accurate reflectant. 204.

Superficies ſphericæ reflectentes aut refringentes, ubinam focum habeant. 7. 8.

Superficies reflectentes aut refringentes invenire, ex focis datis. 8.

Synthetica methodi uſus in phyſica. 329.

T.

Tabula craſſitudinis aeris datos colores exhibentis ſub dato incidentiæ angulo. 150. craſſitudinis aquæ datos colores exhibentis, ſub dato angulo incidentiæ. 163. craſſitudinis lamellarum coloratarum. 175. denſitatis & virium refringentium plurium corporum. 211.

Teleſcopia per refractionem non aliter perfici poſſunt, quam ſi longiora fiant. 73. ultra certos limites perfici nequeunt. 79.

Teleſcopii per reflectionem deſcriptio. 77. inventio. 73.

Teleſcopio, quanta videatur magnitudo puncti lucidi. 71.

Teleſcopiorum aperturæ & vires amplificandi. 72. imperfectionis cauſa 57. *ſeq.* theoria 12. vitra quare colorent objecta. 119. vitra quomodo polienda. 76.

Terræ motus. 307. variæ formæ. 302. viſcera ſulphuroſis vaporibus abundant. 307.

Digitized by Google

Terram inter & aquam, acidum eſt loco medii. 313.
Terreſtria concreta. vid. *Concreta.*
Tenues lamellæ. vid. *Lamellæ.*
Theoria microcoſpiorum & teleſcopiorum. 12.
Tonitrua. 307.
Tormentarii pulveris exploſio. 274.
Tranſmutationes corporum aliorum in alia. 302. *ſeq.* quomodo fiant. 325.
Tremor aeris. 79. 80.
Tubuli vitrei aquam ſuſtinent ſupra libellam. 317.
Tubus cineribus plenus aquam attrahit. *ibid.*

V.

Vacuum, calori deferendo idoneum. 280. quod dicitur ſpatium, medio repletur. *ibid.* ingredientes radii, ex vitro exeuntes, reflectuntur. 202.
Vapores aere leviores. 322. inflammabiles. 307. ſulphuroſi in terræ viſceribus. *ibid.*
Vaporibus acidis aer abundat. 307.
Vaporis electrici raritas. 283.
Vaporum productio. 321.
Varietas colorum oritur ex compoſitione luminis. 89.
Velocitas Lucis & Soni. 282. motus vel corporis emergentis ex attractionis ſpatio. 55. 209.
Velocitates pulſuum in mediis elaſticis. 282.
Ventorum turbines. 307.
Vibrationes excitant in medio, radii in illud incidentes. 279. excitatæ in nervo optico per radios lucis. 276. 278. 279. diverſæ in nervo optico diverſos colorum ſenſus excitant. 277.
Vices alternæ facilioris reflexionis & facilioris tranſmiſſionis radiorum. 219. 204. 216. a quibus pendeant. 217. ad æqualia intervalla recurrunt. *ibid.* explicantur hypotheſi aliqua. 218. 279. 282. 300. earum effectus. 219. inſunt radiis cum primum e corpore lucido emittuntur. 219. natura ſua ſunt durabiles. *ibid.* qualia ſint earum intervalla ſub diverſis radiorum obliquitatibus. 221. qualia ſint earum intervalla pro radiorum diverſis ſpeciebus. *ibid.* qualia ſint earum intervalla, pro mediorum diverſitate. 222. qualia ſint earum intervalla in aere. *ibid.* qualia ſint in radiis reflexis. 223. 224. non poſſunt explicari per hypotheſes quæ lumen in preſſu conſiſtere fingunt. 293. recurrunt ſaltem ad 34386 vices. 237. *ſeq.*
Violarum color, cujuſnam ordinis. 196.
Virium, quibus exiguæ corporum particulæ agunt in ſe mutuo veritas probatur. 303.
Vis actuoſa. vid. *Actuoſa vis.*
Viſcera terræ abundant acido ſpiritu ſulphuris vel vitrioli. 311. abundant ex poribus ſulphuroſis. 307.
Vis elaſtica. vid. *Elaſticitas.*
Vis electrica. vid. *Electricitas.*
Vis inertiæ eſt principium paſſivum. 322.

Digitized by Google

322. legum motus principium. 326. magnam reſiſtentiæ partem efficit. 294. 296. particulis primigeniis competit. 316.
Vis reflectens & refringens eſt una eademque vis. 208.
Vis refringens corporum denſitati eorum proportionalis, exceptis ſulphuroſis. 209. ex ſulphureis eorum partibus præcipue oritur 214. plurium corporum. 211. *ſeq.* quomodo eſtimanda. 209. 210. ubi maxima, ibi reflectio fortiſſima. 187. 280.
Vis repellens & attrahens regunt exiguorum corporum motus minores. 322. probatur variis argumentis. 320. *ſeq.*
Viſus cauſa & modus. 10. confuſio. *ibid.* diſtinctio. *ibid.* myopum defectus. 11. refracti confuſio, unde. 50. ſenilis defectus 10.
Viſio quomodo efficiatur. 284.
Vitra bina, planum & convexum ſibi mutuo impoſita maculam & annulos coloratos exhibent. 143. *ſeq.* microſcopiorum & teleſcopiorum, quare colores exhibeant. 119. quædam alios radios reflectunt, alios tranſmittunt. 133. teleſcopiorum alterum alteri impoſitum ægre ſeſe contingunt. 322. teleſcopiorum quomodo polienda. 76.
Vitrioli oleum aquam attrahit, donec ſaturetur. 304. 305. 308. componitur ex partibus volatilibus & fixis. 310. cum aqua incaleſcit 305. cum ſpiritu vini diſtillatum duos ſpiritus præbet. 310. 311. diſtillando, ægre dimittit aquam. 305.
Vitrioli partes fortius aquam attrahunt, quam ſemetipſas mutuo. 314.
Vitrioli ſpiritus. vid. *Spiritus vitrioli.*
Vitriolum. 311. aquam in aere volitantem non attrahit. 304. ex aqua & terra componitur. 213.
Vitri pelluciditas, unde 191. prope extremitatem oblique ſecti umbra eſt fimbriata. 354. refractio minus luminis intercipit quam metalli reflectio. 74.
Vitrorum attrahens vis. 317. *ſeq.* objectivorum errores. 58. *ſeq.*
Vitrum aquam attrahit, fortius quam cineres. 317. 318. poliendo quid fiat. 204.
Umbræ corporum exiguorum, lumine per foramen exiguum admiſſo, ſunt juſto latiores. 252. ſunt fimbriatæ. 251. 254.
Umbra & lucis confinia non ſunt cauſa colorum. 81. *ſeq.*
Umbrarum & fimbriarum capilli dimenſiones. 255. 256. ratio eadem in diverſis a capillo diſtantiis. 258.
Umbrarum fimbriæ. 251. 254. ex quo intervallo videri incipiant. 257. in homogeneo lumine. 267.
Undarum motus quaquaverſum ſe inflectit. 292.
Volatiles particulæ, quales. 321.
Vortices aquarum in cœlum elati. 307.
Verticoſus motus tandem amittitur. 323.

Z.

Zincum fumum & flammam emittit. 273.

E R R A T A.

Pag. 8. *lin.* 8. ſinum, *lege*, ſinuum.
Pag. 47. *lin.* 4. rectilnea, *lege*, rectilinea.
Pag. 152. *lin.* 22. tertioſc hemate, *lege*, tertio ſchemate.
Pag. 224. *lin.* 6. coloires } *lege* { colores
7. radi } *lege* { radii
Pag. 246. *lin.* 5. & 6. cauſu, *lege*, cauſa.
Pag. 251. *lin.* 3. *reflexiones*, lege, *inflexiones.*
Pag. 305. *lin.* 28. ulkali, *lege*, alkali.

F I N I S.

A01 1462378

Digitized by Google

A01 1462378

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google